

POR QUE FALAR  
EM LETRAMENTO  
CIENTÍFICO?

RAÍZES DO  
CONCEITO  
NOS ESTUDOS  
DA LINGUAGEM

RODRIGO  
BASTOS CUNHA



## ESTANTE LABJOR

### Comitê editorial

Carlos Vogt  
Ricardo Muniz  
Marina Gomes

### Conselho editorial

Alcides Eduardo dos Reis Peron  
Germana Fernandes Barata  
Herton Abacherli Escobar  
Ildeu de Castro Moreira  
Juliana Schober Gonçalves Lima  
Luis Felipe Miguel  
Marcelo Soares  
Peter Alexander Bleinroth Schulz  
Rafael de Almeida Evangelista  
Sérgio Amadeu da Silveira  
Simone Pallone de Figueiredo

*Criado na Unicamp em 1994, o Laboratório de Estudos Avançados em Jornalismo desenvolve atividades de pós-graduação, pesquisa, extensão, treinamento e consultoria.*

*Objetivos: formar competências nas áreas de jornalismo científico, divulgação científica e crítica da mídia; fornecer recursos humanos e instrumental para acompanhar as mudanças na mídia impressa e eletrônica; identificar problemas e propor soluções para o campo do jornalismo; relacionar ciência, vida cotidiana e sociedade; conscientizar os cientistas para a divulgação de suas pesquisas; discutir criticamente política científica e ciência brasileira.*

UNICAMP Universidade Estadual de Campinas  
NUDECRI Núcleo de Desenvolvimento da Criatividade  
LABJOR Laboratório de Estudos Avançados em Jornalismo  
Unicamp  
LABJOR  
Laboratório de Estudos Avançados em Jornalismo LABJOR



Por que falar em letramento  
científico?

Raízes do conceito nos  
estudos da linguagem

---

---

**Elaboração da ficha catalográfica:** Mônica Nascimento (Bibliotecária)

**Tiragem:** E-book (PDF / E-Pub)

**Capa:** Ian Scheufler

**Registro do ISBN:** Biblioteca Central/Unicamp

**Revisão bibliográfica:** Responsabilidade do autor

Catálogo na Publicação (CIP) elaborada por  
Mônica Nascimento CRB 8ª/7015

C914p CUNHA, Rodrigo Bastos. Por que falar em letramento científico? Raízes do conceito nos estudos da linguagem./Rodrigo Bastos Cunha. 1ª edição – Campinas, SP: Estante Labjor/Nudecri/Unicamp; 2019. 115 p.; Formato e-book: PDF

ISBN 978-65-81040-00-0

1. Letramento (educação e ensino). 2. Divulgação Científica. 3. Linguagem. 4. Jornalismo científico. I. Título. II. Autor

CDD. 507

## SUMÁRIO

### PRIMEIRA PARTE

Há diálogo da educação científica com os estudos da linguagem na construção do conceito de *scientific literacy* no Brasil? 7

Por que falar em letramento? 15

Do Índice de Alfabetismo ao Indicador de Letramento Científico. 23

Interpretações de *scientific literacy* entre formadores de opinião no campo da educação científica. 33

Referências bibliográficas da Primeira Parte. 53

### SEGUNDA PARTE

Letramento científico: uma revisão conceitual. 57

Referências bibliográficas da Segunda Parte. 109



## **Há diálogo da educação científica com os estudos da linguagem na construção do conceito de *scientific literacy* no Brasil?**

Embora as discussões sobre *scientific literacy* tenham surgido no meio acadêmico dos Estados Unidos no final da década de 1950, apenas no final do século passado começam a surgir os primeiros trabalhos sobre esse tema no Brasil. Os artigos publicados em periódicos especializados ou em anais de eventos, as dissertações de mestrado e as teses de doutorado que tratam da noção de *scientific literacy* são na maioria de pesquisadores das pós-graduações em educação científica. Desde os primeiros trabalhos realizados na década de 1990 até os dias de hoje, esse conceito tem recebido duas diferentes traduções, ora aparecendo como letramento científico, ora como alfabetização científica, sendo este último termo predominante na ampla maioria dos trabalhos. Para ilustrar isso, segue abaixo uma tabela com os resultados de buscas feitas no Google Acadêmico pelos termos “letramento científico” (com aspas) e “alfabetização científica” (com aspas), nos períodos específicos de 1991-2000, 2001-2010 e 2011-2018, excluindo-se citações.

### Trabalhos que tratam de “alfabetização científica” e de “letramento científico” publicados entre 1991 e 2018

	1991-2000	2001-2010	2011-2018
“letramento científico”	3	270	1.530
“alfabetização científica”	50	2.060	6.920

Fonte: Google Acadêmico. Buscas realizadas em 18/06/2018

O termo “*literacy*” é tomado de empréstimo dos estudos da linguagem para a formação do conceito, dele derivado, que se usa na educação científica. Todo novo termo acadêmico passa por um período de consolidação, em que surgem diversos questionamentos e interpretações acerca do seu sentido e dos objetivos que se quer alcançar com as ideias ligadas a esse conceito.

Um artigo publicado por Stephen Norris e Linda Phillips, da Faculdade de Educação da Universidade de Alberta, no Canadá, mostra, já em seu título, a importância que tem um conceito cunhado nos estudos da linguagem e no ensino de línguas quando ele é tomado de empréstimo pelos estudos do campo da educação científica: “How literacy in its fundamental sense is central to scientific literacy” (NORRIS e PHILLIPS, 2003). Esses autores observam que “o objetivo educacional do letramento científico tem um propósito em comum com os objetivos do letramento em outras áreas do conhecimento” (idem, p. 233). As capacidades de compreensão, interpretação, análise e crítica requeridas para lidar



com um texto sobre ciência, segundo eles, seriam as mesmas requeridas para lidar com textos com diferentes conteúdos. Norris e Phillips consideram que a leitura envolve mais do que conhecer as palavras e localizar informação em um texto:

Inferir significados a partir do texto envolve a integração da informação do texto ao conhecimento do leitor. Através dessa integração, algo novo, a mais e além do texto e do conhecimento do leitor, é criado – uma interpretação do texto ... nem toda interpretação de um texto é igualmente boa, mas geralmente há mais de uma boa interpretação (NORRIS e PHILLIPS, 2003, p. 228).

Essa questão da centralidade do sentido de *literacy* para o entendimento das noções derivadas desse termo (*digital literacy*, *political literacy*, *environmental literacy*, *scientific literacy*) pode nos levar a um questionamento: como se trata de uma discussão relativamente recente no Brasil, os pesquisadores da educação científica conhecem os debates das últimas décadas do século XX acerca das diferenças entre alfabetização e letramento, nos estudos da linguagem, que levaram à consolidação deste último termo no país? Que posicionamento têm aqueles que incorporaram as discussões dos estudos na linguagem em torno dessa temática nas pesquisas em educação científica?

Em uma pesquisa recente (CUNHA, 2015), comparei trabalhos completos publicados em 2014 que aparecem nos resultados de buscas no Google Acadêmico por “alfabetização

científica” e “letramento científico”. Primeiramente, foram excluídos resumos, resenhas e editoriais dos resultados das buscas. Em seguida, excluiu-se também os trabalhos que apareceram no resultado de ambas as buscas, pois há pesquisadores que usam as duas expressões em seus trabalhos ou, mesmo que escolha uma delas, pode eventualmente usar como referência bibliográfica trabalhos que utilizem a outra. A principal conclusão da análise comparativa dos 10 primeiros trabalhos resultantes da busca por “alfabetização científica” com os 10 primeiros trabalhos resultantes da busca por “letramento científico”, após as exclusões mencionadas acima, é que esses últimos apresentam um uso bem maior de referências bibliográficas dos estudos da linguagem. Ou seja, optam por letramento por estarem cientes da consolidação do termo nos estudos da linguagem e por considerarem a noção de letramento central para o entendimento do conceito de letramento científico dela derivado.

Para aumentar o escopo desse estudo preliminar, ampliei a busca no Google Acadêmico para 10 anos de publicações, entre 2007 e 2016, restringindo a seleção nos resultados da busca por “alfabetização científica” e “letramento científico” a trabalhos com as expressões “alfabetização” ou “letramento” no título, no resumo ou nas palavras-chave. Esse critério de seleção busca restringir a análise apenas a pesquisas nas quais a noção de *scientific literacy* seja importante para a discussão proposta, e não apenas uma mera

menção no corpo do texto do trabalho. As pesquisas com ambas as expressões no título, no resumo ou nas palavras-chave não entraram no escopo da análise. Os trabalhos analisados se distribuem da seguinte forma:

**Trabalhos sobre “alfabetização científica” ou “letramento científico” com “alfabetização” ou “letramento” no título, no resumo ou nas palavras-chave, publicados entre 2007 e 2016**

	“letramento científico”	“alfabetização científica”
Artigos em periódicos	33	63
Trabalhos em eventos	45	32
Dissertações de mestrado	17	15
Teses de doutorado	6	4
TCC (graduação ou especialização)	4	2
Capítulo de livro	1	0

Fonte: Google Acadêmico. Buscas realizadas em 23/03/2017

Os resultados dessa análise ampliada (Cunha, 2017) mostram que o uso de bibliografia em língua inglesa sobre *scietific literacy* ou temas correlatos é relativamente restrito em ambos os grupos: 33% dos trabalhos sobre “alfabetização científica” e 35% dos trabalhos sobre “letramento científico” têm esse tipo de referência bibliográfica. A grande diferença está no uso de bibliografia dos estudos da linguagem ou do campo da educação ligado ao ensino de

língua: apenas 22% dos trabalhos que tratam de “alfabetização científica” usam esse tipo de referência bibliográfica, ante 54% dos trabalhos que tratam de “letramento científico”. Fica evidente, portanto, que a escolha pelo termo “letramento” por pesquisadores do campo da educação científica está fortemente ligada à sua familiaridade com o sentido desse termo nos estudos da linguagem.

Como está clara essa relação, cabe investigar o que significa o conceito de *scientific literacy* para os pesquisadores da educação científica – tanto para os que optam por “alfabetização científica” quanto os que usam “letramento científico” –, quais são os propósitos e objetivos que se espera alcançar a partir de uma ou outra noção e qual o reflexo da escolha de um ou outro termo no ensino de ciências.

O pesquisador sul-africano do campo da educação científica Rüdiger Laugksch, que se dedica a estudos relacionados a letramento científico e percepção pública da ciência, fez uma revisão conceitual do termo *scientific literacy* abrangendo toda a segunda metade do século XX. Apresento essa revisão conceitual na segunda parte deste livro, traduzindo *scientific literacy* como letramento científico. A tradução foi autorizada pelo autor.

Como veremos adiante nessa revisão conceitual, a discussão sobre *scientific literacy* se iniciou, por um lado, com a preocupação em conquistar o apoio público às pesquisas científicas e tecnológicas – majoritariamente financiadas com recursos públicos – e, por outro lado, com a preocupação das famílias com um ensino que capacitasse

seus filhos para competir em um mercado de trabalho cada vez mais modificado pelos avanços científicos e tecnológicos. Porém, as últimas décadas têm direcionado tal debate para a necessidade do público e de seus representantes nas tomadas de decisões políticas terem uma base suficientemente sólida para a avaliação dos benefícios e dos riscos de cada avanço científico e tecnológico, das questões éticas envolvidas, dos impactos socioambientais comparados aos impactos econômicos, entre outras questões envolvendo ciência e tecnologia.

Antes de nos debruçarmos sobre essa noção de letramento científico e sobre o que há em comum e o que há de diferente nas interpretações de *scientific literacy* entre os pesquisadores do campo da educação científica no Brasil, veremos no próximo capítulo como se deu a entrada do termo letramento no meio acadêmico brasileiro.



## Por que falar em “letramento”?

A discussão acerca de uma nova noção é indissociável do contexto histórico e social em que ela surge no país. De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2004), praticamente metade da população brasileira era analfabeta na década de 1950. O número de alfabetizados cresceu continuamente nas décadas seguintes e chegou, nos anos 1980, à proporção de aproximadamente  $\frac{3}{4}$  da população alfabetizada ante  $\frac{1}{4}$  analfabeta.

Essa nova realidade social levou o meio acadêmico brasileiro a refletir sobre novas demandas, principalmente no meio urbano, em relação à cultura escrita. Não bastava conhecer o código escrito, ser alfabetizado. Começa a ser usado no campo dos estudos da linguagem e do ensino de línguas, na segunda metade da década de 1980, o termo “letramento” para designar o efetivo uso da escrita em práticas sociais, desde as mais simples, como identificar uma linha de ônibus, fazer uma lista de compras ou escrever um bilhete, às de diferentes graus de complexidade, como ler reportagens jornalísticas, escrever relatórios ou atas de reuniões, ler um romance, produzir um artigo acadêmico, redigir uma tese e assim por diante. O termo “alfabetização”, para os especialistas que propunham a mudança terminológica naquele período, limitava-se a uma dicotomia entre os que não sabiam ler e escrever (analfabetos) e os que sabiam

(alfabetizados), independentemente de esses últimos usarem ou não esse conhecimento em práticas sociais de leitura e escrita e em que grau de complexidade se daria esse uso. De acordo com Soares (2010, p. 70-71),

as competências que constituem o letramento são distribuídas de maneira contínua, cada ponto ao longo desse contínuo indicando diversos tipos e níveis de habilidades, capacidades e conhecimentos, que podem ser aplicados a diferentes tipos de material escrito. Em outras palavras, o letramento é uma variável contínua, e não discreta ou dicotômica. Portanto, é difícil especificar, de uma maneira não arbitrária, uma linha divisória que separaria o indivíduo *letrado* do indivíduo *iletrado*. (grifos da autora).

As novas demandas sociais de uso da escrita, que fizeram emergir no Brasil, nos anos 1980, o termo “letramento”, já começavam a surgir um século antes nos países industrializados. Soares (2010, p. 79) observa que, do ponto de vista histórico e antropológico, é “significativo que a língua inglesa tenha incorporado o termo *illiteracy* (ausência de letramento) muito antes que surgisse o termo *literacy* (letramento)”. O primeiro, segundo ela, já estava dicionarizado desde 1660, enquanto o registro do segundo só aparece no final do século XIX. A autora avalia que o “surgimento de *literacy* nessa época reflete certamente uma mudança histórica nas práticas sociais: novas demandas sociais de uso da leitura e escrita exigiram uma nova palavra para designá-las. Consequentemente, um novo conceito foi criado” (SOARES, 2010, p. 79).



Além de representar uma ruptura em relação à tradicional dicotomia entre alfabetizados e analfabetos e explicitar a ideia de um contínuo do mais simples ao mais complexo, o letramento está intimamente ligado ao meio social em que ele acontece, sendo a escola o principal, mas não o único, já que as práticas sociais de leitura e escrita também se dão no seio familiar, na esfera religiosa e no trabalho, entre outros. Segundo Kleiman (1995, p. 20),

pode-se afirmar que a escola, a mais importante das *agências de letramento*, preocupa-se não com o letramento, prática social, mas com apenas um tipo de prática de letramento, a alfabetização, o processo de aquisição de códigos (alfabético, numérico), processo geralmente concebido em termos de uma competência *individual* necessária para o sucesso e promoção na escola. Já outras agências de letramento, como a família, a igreja, a rua como lugar de trabalho, mostram orientações de letramento muito diferentes (grifos da autora).

A mais importante mudança proporcionada pelo novo termo, no entanto – pelo menos do meu ponto de vista –, e que mostrou resultados efetivos não apenas no processo de alfabetização de crianças, mas principalmente na educação de jovens e adultos, foi tentar trazer de maneira mais respeitosa para a cultura letrada aqueles que sempre estiveram fora dela. O que isso significa? Embora a maioria das pessoas não se dê conta disso, a carga pejorativa do termo “analfabeto” é e sempre foi muito grande. Não designa apenas “aquele que não sabe ler e escrever, não domina o código da escrita”.

O analfabeto é tido como um ser cognitivamente inferior, que sabe menos sobre o mundo em que vive.

Essa ideia das diferenças cognitivas entre alfabetizados e analfabetos, que circula nos meios de comunicação de massa e é compartilhada pelo senso comum, tem respaldo em pesquisas acadêmicas. Kleiman (1995, p. 22) explica que o argumento que correlaciona a aquisição e o desenvolvimento da escrita com o desenvolvimento cognitivo se baseia em “trabalhos empíricos e etnográficos que têm comparado as estratégias de resolução de problemas utilizadas por grupos letrados e não-letrados”.

De acordo com Kleiman (1995, p. 23), “a tese das consequências cognitivas da aquisição da escrita pareceria se remontar às efetivas diferenças na resolução de problemas de classificação, categorização, raciocínio dedutivo lógico, entre outros”, constatadas em pesquisa realizada na antiga União Soviética no início da década de 1930. Segundo ela, esse estudo não permitia dizer se a variável que determina as diferenças é a aquisição da escrita ou a escolarização, “uma vez que a escola é, em quase todas as sociedades, a principal agência de letramento” (KLEIMAN, 1995, p. 25). A autora menciona um outro estudo, realizado no início dos anos 1980, que isolou essas duas variáveis, comparando grupos com formas distintas de uso da escrita: um usava a escrita da língua vai, adquirida informalmente em contexto familiar; outro usava a escrita em árabe, adquirida formalmente em contexto religioso; e um

terceiro usava a escrita em língua inglesa, adquirida formalmente na escola. Kleiman (1995, p. 25) afirma que os resultados da pesquisa “apontam claramente que o tipo de ‘habilidade’ que é desenvolvido depende da prática social em que o sujeito se engaja quando ele usa a escrita”. O desenvolvimento de habilidades cognitivas universalmente atribuído à escrita, de acordo com ela, seria, na verdade, “consequência da escolarização, pois foram apenas os sujeitos escolarizados, que conheciam a língua inglesa, os que demonstraram diferenças significativas sistemáticas quanto às formas de resolver tarefas de classificação, categorização, raciocínio lógico dedutivo, memorização” (KLEIMAN, 1995, p. 25-26).

Há um claro distanciamento entre a escrita e a oralidade e entre a cultura escolar e a não escolar, que reflete, de maneira geral, um distanciamento entre uma cultura dominante e outra de menor prestígio. E tal distanciamento acontece na relação de poder entre o professor que domina uma modalidade da língua e um aluno que não a domina, e acontece, inclusive, entre pesquisadores que estudam a educação como um todo ou, mais especificamente, o ensino de língua. De acordo com Kleiman (1995, p. 27),

uma vez que os grupos não letrados ou não escolarizados são comparados com grupos letrados ou escolarizados, estes últimos podem vir a ser a norma, o esperado, o desejado, principalmente porque os pesquisadores são membros de culturas ocidentais letradas. Quando a comparação é realizada, estamos a um passo de concepções deficitárias de grupos minoritários, concepções estas perigosas, pois podem

fornecer argumentos para reproduzir o preconceito, chegando até a criar duas espécies, cognitivamente distintas: os que sabem ler e escrever e os que não sabem.

A mudança de postura sugerida por pesquisadores dos estudos da linguagem, especialmente os que lidavam com a formação de professores, envolvia pensar em um ensino de língua que visse a linguagem oral e a escrita não através das diferenças formais, mas através das semelhanças constitutivas, o que, segundo Kleiman (1995, p. 30), “permite que pensemos a aquisição da escrita como um processo que dá continuidade ao desenvolvimento linguístico da criança, substituindo o processo de ruptura, que subjaz e determina a práxis escolar”. Kleiman (1995, p. 49), explica que

o distanciamento entre a língua oral e a língua escrita devido à especialização e ao funcionamento diferenciado de ambas configura uma situação diglósica, não de línguas de contato, mas de línguas em conflito. Trata-se de duas modalidades que constituiriam variedades discursivas da mesma língua, sendo que cada uma tem *status* e prestígios diferentes, e que também teriam diferenças devido às suas funções diferenciadas na sociedade.

E daí surgem as derivações com o mesmo tipo de conotação: o analfabeto digital é quem não sabe nada de tecnologia, o analfabeto político não entende nada de política, o analfabeto científico não conhece nada de ciência. Essa é a visão autoritária e arrogante de quem detém determinado tipo de conhecimento, como

se só o dele fosse válido. O respeito ao conhecimento do outro é uma forma muito mais convidativa de levá-lo a conhecer outra forma de ver o mundo, contudo, sem impor a ele essa forma como sendo a única possível e aceitável.

No campo da linguagem, esse respeito ao conhecimento do outro implica em reconhecer a diversidade linguística como natural e lidar com a escrita e a norma culta como uma das variedades da nossa língua, além de explicitar as relações de poder envolvidas no uso da linguagem. No ensino de língua materna, a disciplina que é ministrada em todo o ensino fundamental no Brasil ainda se chama Língua Portuguesa. Entretanto, o esforço dos estudiosos da linguagem, principalmente os que lidaram, desde os anos 1980, com a formação de professores, resultou em mudanças importantes na forma de se ensinar aquela que não é exatamente “A Língua Portuguesa”, mas sua variedade de maior prestígio, a norma culta, a escrita e suas expressões literárias mais valorizadas pela elite intelectual do país.

Se um professor de Língua Portuguesa diz a uma criança falante nativa de português que ela não sabe português – a língua oficial de seu país, usada nos ônibus, no armazém da esquina, nas ruas, na TV –, gera um conflito de identidade nessa criança e uma resistência à disciplina e ao professor. Se ele respeita a variedade de fala de seu aluno e se propõe a mostrar outras variedades, sendo uma delas de maior prestígio, sua chance de cativar esse aluno aumenta bastante. Da mesma forma, impor a leitura de obras clássicas da

literatura de ficção em língua portuguesa e tratar o gosto literário do aluno como desprezível não tem como dar bom resultado. Uma coisa pode ser o ponto de partida para se chegar à outra.

## **Do Índice de Alfabetismo ao Indicador de Letramento Científico**

Partindo dessa noção de letramento que vimos acima, o que seria então o termo que dela deriva, o letramento científico? Vale registrar que embora já seja bastante usado no campo da educação científica, ele é bem menos corrente do que alfabetização científica. Assim como o letramento é o uso da escrita em práticas sociais, o letramento científico envolve não apenas o conhecimento sobre a ciência e a tecnologia, mas especialmente sua inter-relação com a sociedade.

Há pelo menos duas formas possíveis de abordar a ciência, tanto no ensino, em particular, quanto na divulgação científica, de uma forma geral: uma com ênfase na natureza da ciência – que envolve conceitos científicos, teorias, fórmulas, métodos –; e outra com ênfase na sua relação com a sociedade. É importante frisar que não se trata de abordagens excludentes. São complementares, cada qual com sua ênfase. E quando o foco principal é falar da relação da ciência com a sociedade, isso envolve abordar os benefícios e os riscos das descobertas científicas, as questões éticas a elas relacionadas, os interesses envolvidos, a origem dos recursos que financiam as pesquisas e os possíveis impactos econômicos, ambientais e sociais.

Outro ponto em comum com o termo do qual deriva é que o letramento científico também pressupõe que a aquisição do conhecimento sobre ciência não pode ser tratada como uma questão de tudo ou nada, ou você sabe ou você não sabe (e é um “analfabeto científico”). Há um contínuo que abrange vários níveis de complexidade. No Brasil, foi feito em 2014 um levantamento em larga escala – o único até agora – do letramento científico da população jovem (a partir de 15 anos) e adulta (até 40 anos) com no mínimo 4 anos de escolarização e residente nas nove regiões metropolitanas do país. O Instituto Abramundo se juntou ao Instituto Paulo Montenegro e à ONG Ação Educativa, que já faziam medições bianuais do letramento do brasileiro (ver RIBEIRO, 2003), para criar esse novo indicador, o qual, assim como o que mede o letramento, possui quatro níveis, do mais simples ao mais complexo (ver SERRAO *et al*, 2016).

Esses quatro níveis de ambos os indicadores, tanto aquele que mede o letramento quanto o que mede o letramento científico, têm como base a estratificação que já se fazia internacionalmente em relação a levantamentos sobre níveis de *literacy*. De acordo com Soares (1998, p. 110), um estudo das Nações Unidas publicado em 1989 “sugere as seguintes categorias como uma possível classificação de níveis de letramento a serem avaliados através de pesquisas por amostragem: não letrado, pouco letrado, letrado mediano e altamente letrado”.



Criado em 2001, o índice daquele levantamento nacional sobre hábitos de leitura do brasileiro e seu desempenho em testes de compreensão de texto incorporou em seu nome o termo positivo – embora pouco usado – que se opunha a “analfabetismo”: Indicador de Nacional de Alfabetismo Funcional (INAF). Contudo, o livro com textos de pesquisadores dos campos dos estudos da linguagem, da literatura e do ensino de línguas, refletindo sobre os dados daquele primeiro levantamento, tem como título *O letramento no Brasil*. O INAF é dividido em quatro níveis (de 0 a 3): o primeiro (nível 0), de analfabetismo, no sentido tradicional de condição dos que não sabem ler e escrever; o segundo (nível 1), de alfabetismo rudimentar, envolve, por exemplo, a capacidade de localizar informações explícitas em textos muito curtos; o terceiro (nível 2), de alfabetismo básico, envolve, entre outras coisas, a capacidade de localizar informações em texto de extensão média, mesmo que ela não apareça na mesma forma literal em que é mencionada na pergunta do questionário elaborado para esse levantamento; o quarto (nível 3), de alfabetismo pleno, envolve a capacidade de ler textos mais longos, relacionar partes do texto, comparar dois textos, realizar inferências e sínteses. Ao tratar do interesse social daquele novo indicador, Ribeiro (2003, p. 10) observa:

Na linguagem corrente, o termo “analfabeto” significa outras coisas além de “não saber ler e escrever”; é um qualificativo fortemente estigmatizante que carrega outros sentidos como

“ignorância”, “burrice”, “chaga”, “cegueira” e “subdesenvolvimento”. Mais recentemente, o termo “analfabeto funcional” passou a ser também utilizado, estendendo todos esses estigmas não só aos chamados analfabetos absolutos (que vêm diminuindo em termos percentuais e absolutos no Brasil), mas também a todos aqueles que tiveram acesso limitado à escolarização ou que têm o nível mínimo de escolarização que a Constituição garante como direito a todos: as oito séries do Ensino Fundamental.

Ao analisar os resultados daquele primeiro levantamento do INAF feito em 2001, Abreu (2003, p. 33) comenta que, “contrariando um discurso corrente sobre o desinteresse dos brasileiros pela leitura e sobre a sua baixa familiaridade com os livros, 67% dos entrevistados dizem gostar de ler: 32% ‘gostam muito’ e 35% ‘gostam um pouco’”. Ela menciona outra pesquisa encomendada pela Câmara Brasileira do Livro que apresentava um índice ainda mais alto: 78% dos 5.503 entrevistados em 46 cidades afirmavam gostar de ler livros. Segundo Abreu (2003, p. 40), “as enquetes nada dizem sobre as obras lidas, mas basta olhar para as listas de *best-sellers* para saber que literatura, neste caso, não equivale aos clássicos registrados pelas histórias literárias e ensinados nas escolas”. De acordo com ela, isso está na base do discurso da ausência de leitura: “aqueles que apregoam a crise da leitura não pensam na leitura em geral, e sim na leitura de certo tipo de livros – aqueles que formam a tradição erudita nacional e internacional”.

Um dado interessante apresentado pela pesquisa do INAF 2001 é a resposta à pergunta feita apenas para os entrevistados que responderam gostar de ler. Ao serem questionados sobre o que mais gostam de ler para se distrair, podendo assinalar duas respostas, 49% responderam revistas, 44%, jornais, 43%, Bíblia, livros sagrados ou religiosos e 34%, livros (RIBEIRO, 2003, p. 235). O fato de revistas e jornais encabeçarem as respostas mostra não apenas que a leitura preferencial do brasileiro difere dos clássicos da literatura como também o papel central que tem o texto informativo na vida da população. Na enquete de 2014 para o Indicador de Letramento Científico, ao serem perguntados sobre fontes de informação para temas de natureza científica, 50% dos entrevistados responderam jornais impressos ou na internet e 40%, revistas impressas ou na internet (INSTITUTO ABRAMUNDO, 2014).

A pesquisa do INAF 2001 já mostrava uma clara relação entre condição socioeconômica e nível de alfabetismo, que se confirmou nos levantamentos posteriores. Em 2001, 41% das pessoas das classes D e E estavam no nível 1 de alfabetismo e 16% foram consideradas analfabetas (nível 0). Entre as pessoas da classe C, 40% estavam no nível 2 de alfabetismo e 25%, no nível 1. Entre as pessoas das classes A e B, 58% estavam no nível 3 de alfabetismo e 32%, no nível 2. A mesma relação se verifica entre grau de instrução e nível de alfabetismo. Entre as pessoas sem escolaridade, 73% eram analfabetas. Entre as pessoas com até quatro anos de escolarização,

55% estavam no nível 1 de alfabetismo. Entre as pessoas com até oito anos de escolarização, 49% estavam no nível 2 de alfabetismo. Entre as pessoas com nível médio completo, 58% atingiam o nível 3 de alfabetismo, o mesmo acontecendo com 78% das pessoas com nível superior (RIBEIRO, 2003, p. 230). Britto (2003, p. 56) observa que

“a análise comparativa do nível de alfabetismo com a classe socioeconômica, o grau de instrução e o tipo de atividade profissional demonstram que são essas circunstâncias que contribuem para o letramento, e não o contrário. Em outras palavras, a condição de maior ou menor domínio de habilidades de leitura e escrita e o exercício de atividades dessa natureza é antes o resultado da situação social que a possibilidade de maior participação”.

Até 2005, o INAF continuou a ser publicado alternando o levantamento sobre habilidades de leitura e escrita nos anos ímpares (2001, 2003 e 2005) com o levantamento sobre habilidades de cálculo e resolução de problemas nos anos pares (2002 e 2004). Em 2006, a metodologia do levantamento foi aperfeiçoada e a escala de alfabetismo passou a integrar as habilidades de leitura e escrita (letramento) com as de matemática (numeramento). O primeiro levantamento com essas duas dimensões do alfabetismo mensuradas de forma integrada e simultânea foi realizado em 2007. Em 2011, foram publicados dados comparativos sobre todos os levantamentos do INAF realizados nessa primeira década desde a sua criação em 2001. O relatório técnico com dados sobre a evolução dos níveis de

alfabetismo em dez anos de aplicação do INAF (AÇÃO EDUCATIVA; INSTITUTO PAULO MONTENEGRO, 2011, p. 16) mostra que em 2011, entre as pessoas com renda familiar de até 1 salário mínimo, 45% estavam no nível 2 de alfabetismo (considerado básico), 31% estavam no nível 1 (considerado rudimentar) e 17% eram analfabetas. Na faixa de renda familiar entre 1 e 2 salários mínimos, 49% estavam no nível básico, 30%, no nível rudimentar e 15%, no nível 3 (considerado pleno). Na faixa de renda entre 2 e 5 salários mínimos, 50% estavam no nível básico, 33%, no nível pleno e 14%, no nível rudimentar. Na faixa de renda acima de 5 salários mínimos, 52% estavam no nível pleno e 41%, no nível básico.

Essa mesma relação entre renda e nível de letramento aparece no Indicador de Letramento Científico, que se subdividiu em níveis de 1 (letramento não-científico) a 4 (letramento científico pleno) e teve como público alvo a população economicamente ativa com no mínimo quatro anos de escolarização. Em 2014, entre as pessoas com renda familiar de até 1 salário mínimo, 53% estavam no nível 2 de letramento científico (rudimentar) e 34%, no nível 1 (letramento não-científico). Na faixa de renda entre 1 e 2 salários mínimos, 51% estavam no nível rudimentar de letramento científico e 25%, no nível 3 (básico). Na faixa de renda entre 2 e 5 salários mínimos, 48% estavam no nível rudimentar e 33%, no nível básico. Na faixa de renda acima de 5 salários mínimos, 45% estavam no nível

básico de letramento científico e 37%, no nível rudimentar (INSTITUTO ABRAMUNDO, 2014, p. 20).

Os responsáveis pela pesquisa que resultou no Indicador de Letramento Científico (ILC) ressaltam que aquele levantamento

não teve como referência a medição de aprendizagens escolares, embora reconheça que a instituição escolar é (ou deveria ser) aquela que mais contribui para a disseminação das bases da cultura científica. Desse modo, não está no escopo da proposta do ILC avaliar se a escola ensina adequadamente ou não conteúdos e habilidades relacionados às ciências, mas sim analisar, de um lado, em que medida os conhecimentos científicos estão presentes em diferentes dimensões da vida e, de outro, o quanto o público jovem e o adulto demonstram autonomia para desenvolver práticas de letramentos científicos que envolvem a cultura escrita (SERRAO *et al*, 2016, p. 336-337).

A terceira característica em comum do letramento científico com a noção de letramento originada nos estudos da linguagem e no ensino de línguas é o respeito ao conhecimento do outro. A ciência é um produto cultural da humanidade, é uma forma de ver o mundo. Não a única, mas a de maior prestígio. Isso pressupõe, entre outras coisas, a valorização do conhecimento tradicional. Envolve, ainda, uma postura menos arrogante e autoritária daquele que vai falar de ciência para um leigo, para uma pessoa não especializada, seja no campo específico da educação científica, seja no campo mais amplo da divulgação científica. A chance de conseguir atingir um público não

especializado se torna maior quando a relação com esse público é mais dialógica<sup>1</sup>, e não “de cima para baixo”.

No campo de pesquisas em educação científica, no entanto, o termo “letramento” ainda é utilizado por um grupo minoritário e, como vimos no primeiro capítulo predominam, em números absolutos, os trabalhos que tratam de alfabetização científica, embora tenha sido crescente e relevante a contribuição dos pesquisadores que tratam de letramento científico. No capítulo seguinte, veremos o que há em comum e o que distingue os trabalhos que tratam de alfabetização científica e os que tratam de letramento científico. Que definição de alfabetização ou de letramento é usada e qual a sua implicação no modelo de ensino de ciências e na escolha do conteúdo a ser ensinado?

---

<sup>1</sup> Sobre a noção de dialogismo defendida pelo filósofo da linguagem russo Michail Bakhtin, ver (Bakhtin, 1997).





## **Interpretações de *scientific literacy* entre formadores de opinião no campo da educação científica<sup>2</sup>**

Santos (2007) observa que a ciência foi incorporada ao currículo escolar, tanto na Europa como nos Estados Unidos a partir do século XIX, enquanto, no Brasil, o ensino de ciências passou a ser efetivamente incorporado ao currículo escolar na década de 1930. Segundo o autor, se nos anos 1950, no contexto da corrida espacial, havia a preocupação em formar novos cientistas, nos anos 1960 e 1970, com o agravamento de problemas ambientais, ganha destaque a preocupação com aspectos sociais relacionados ao modelo de desenvolvimento científico e tecnológico.

Abordarei a seguir dois grupos distintos de estudos do campo da educação científica e do ensino de ciências que se apropriam de conceitos dos estudos da linguagem e do ensino de línguas, um que trata de alfabetização científica e outro que trata de letramento científico. O principal objetivo é identificar o que há em comum e o que há de diferente nos estudos desses dois grupos, que noção de alfabetização ou de letramento eles usam, e como esses conceitos influenciam na escolha do que deve ser ensinado na educação científica. A fonte para isso são cinco artigos de cada grupo,

---

<sup>2</sup> Este capítulo é uma versão de artigo publicado na revista *Ciência & Educação* com o título “O que significa alfabetização ou letramento para os pesquisadores da educação científica e qual o impacto desses conceitos no ensino de ciências”, com modificações para adequação ao restante do livro.

publicados em periódicos da área de educação, entre os trabalhos mais influentes, com maior número de citações. Como se verá adiante, enquanto os que tratam de alfabetização consideram fundamental o ensino de conceitos científicos, os que optam por letramento priorizam, no ensino, a função social das ciências e das tecnologias e o desenvolvimento de atitudes e valores em relação a elas.

Como serão mencionados adiante apenas artigos publicados em periódicos, é importante registrar que a dissertação de mestrado de Lorenzetti (2000), embora não entre nos comentários deste capítulo, aparece como o segundo trabalho mais citado entre os que tratam de alfabetização científica. Porém, será citado aqui um artigo desse mesmo pesquisador, escrito em co-autoria com seu orientador (LORENZETTI; DELIZOICOV, 2001). Da mesma forma, não será comentada aqui a tese de doutorado de Sasseron (2008), mas será citado um artigo dessa autora, publicado no mesmo ano da defesa de sua tese e escrito em co-autoria com sua orientadora (SASSERON; CARVALHO, 2008).

Para tentar abarcar uma maior diversidade de autores, não será mencionado mais de um trabalho de um mesmo autor. Por isso, o segundo trabalho mais citado entre os que tratam de letramento científico, de Santos e Mortimer (2001) não será comentado, já que o primeiro autor daquele trabalho assina sozinho o trabalho com maior número de citações (SANTOS, 2007), e o outro autor daquele segundo

artigo mais citado também assina sozinho um dos trabalhos entre os mais citados (MORTIMER, 2002). Esses, portanto, foram escolhidos para serem comentados. Por esse mesmo motivo, não serão comentados outros dois artigos, um publicado em *Investigações e Ensino de Ciências*, de Sasseron e Carvalho (2011a) e outro publicado em *Ciência & Educação*, também de Sasseron e Carvalho (2011b), uma vez que o trabalho de 2008 dessas mesmas autoras tem maior número de citações e foi o escolhido para ser analisado aqui. Os comentários a seguir serão feitos, portanto, acerca de cinco artigos que tratam de alfabetização científica e cinco que tratam de letramento científico, todos eles publicados entre 2001 e 2009, com exceção de um artigo publicado na revista *Educar*, de Penick (1998), o qual é uma tradução de texto publicado originalmente em inglês nos Estados Unidos. Seguem nos quadros os trabalhos que serão aqui mencionados.

## Artigos entre os trabalhos mais citados sobre alfabetização científica

Autor(es)	Título	Periódico	Ano
Attico Chassot	Alfabetização científica: uma possibilidade de inclusão social	Revista Brasileira de Educação	2003
Lúcia Helena Sasseron, Anna Maria Pessoa de Carvalho	Almejando a alfabetização científica no ensino fundamental: a proposição e a procura de indicadores do processo	Investigação em Ensino de Ciências	2008
Leonir Lorenzetti, Demétrio Delizoicov	Alfabetização científica no contexto das séries iniciais	Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências	2001
Arlete Terezinha Esteves Brandi, Célia Margutti do Amaral Gurgel	A alfabetização científica e o processo de ler e escrever em séries iniciais: emergências de um estudo de investigação-ação	Ciência & Educação	2002
John E. Penick	Ensinando alfabetização científica	Educar	1998

Fonte: Google Acadêmico

## Artigos entre os trabalhos mais citados sobre por letramento científico

Autor(es)	Título	Periódico	Ano
Wildson Luiz Pereira dos Santos	Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios	Revista Brasileira de Educação	2007
Eduardo Fleury Mortimer	Uma agenda para a pesquisa em educação em ciências	Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências	2002
Carmem Lúcia Costa Amaral, Eduardo da Silva Xavier, Maria de Lourdes Maciel	Abordagem das relações ciência/tecnologia/sociedade nos conteúdos de funções orgânicas em livros didáticos de química do ensino médio	Investigações em Ensino de Ciências	2009
Erika Zimmermann, Paula Cristina Queiroz Evangelista	Pedagogos e o ensino de física nas séries iniciais do ensino fundamental	Caderno Brasileiro de Ensino de Física	2007
Adriana Gonçalves Soares, Francisco Ângelo Coutinho	Leitura, discussão e produção de textos como recurso didático para o ensino de biologia	Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências	2009

Fonte: Google Acadêmico

## **O que ensinar: a relação da ciência com a sociedade ou a ciência em si?**

Além de os trabalhos acima terem em comum o interesse em contribuir para a melhoria do ensino de ciências, tanto os que tratam de alfabetização quanto os que tratam de letramento são influenciados pelas contribuições da sociologia da ciência, particularmente no que diz respeito à abordagem das relações entre ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente. Porém, o espaço que esse enfoque dos impactos da ciência deve ocupar no ensino, em comparação com o espaço a ser dado aos conceitos, termos e processos da ciência, varia de acordo com os valores de cada pesquisador da área de ensino de ciências acerca do conhecimento científico.

Penick (1998), falando sobre as salas de aula dos Estados Unidos, defende que os alunos deveriam sair da escola apreciando e entendendo a natureza das ciências e o seu papel na sociedade. Segundo ele, isso envolve “ensinar as ciências e a tecnologia focalizando os temas sociais, muitos dos quais detêm um aspecto científico ou tecnológico, o que se chama abordagem CTS (ciência/tecnologia/sociedade)” (PENICK, 1998, p. 93). Brandi e Gurgel (2002, p. 123) afirmam que a alfabetização científica nas séries iniciais “é um trabalho cuja primeira ação a empreender será trabalhar na formação de professores a compreensão que possuem

sobre suas próprias crenças e valores acerca do enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade/CTS”.

Zimmermann e Evangelista (2007), cujo trabalho é o relato de uma experiência na formação de professores para superar a resistência ao ensino de física nas séries iniciais do ensino fundamental, mencionam que sua disciplina incluía a “função da História da Ciência no ensino de ciências, aprendizagem científica centrada em temas, eventos, problematização e enfoque CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade)” (ZIMMERMANN; EVANGELISTA, 2007, p. 267). Amaral, Xavier e Maciel (2009, p. 102) explicam que uma eficaz associação dos termos Ciência/Tecnologia/Sociedade requer “trabalhar a ciência como atividade humana, historicamente contextualizada, indicando os cenários socioeconômico e cultural onde as descobertas científicas foram ou estão sendo realizadas”.

Santos (2007, p. 479) defende a importância da “compreensão do impacto da ciência e da tecnologia sobre a sociedade em uma dimensão voltada para a compreensão pública da ciência dentro do propósito da educação básica de formação para a cidadania”. Segundo esse autor, há dois grandes grupos nos trabalhos que tratam de alfabetização científica e letramento científico: um de categorias relativas à especificidade do conhecimento científico e outro de categorias relativas à função social das ciências. De acordo com Santos (2007, p. 477), se a prioridade do ensino de ciências for preparar novos cientistas, “o enfoque curricular será centrado em

conceitos científicos; se o objetivo for voltado para a formação da cidadania, o enfoque englobará a função social e o desenvolvimento de atitudes e valores”.

Lorenzetti e Delizoicov (2001, p. 5) afirmam que a alfabetização científica não tem como objetivo “treinar futuros cientistas, ainda que para isso possa contribuir. Objetiva sim, que os assuntos científicos sejam cuidadosamente apresentados, discutidos, compreendendo seus significados e aplicados para o entendimento do mundo”. Essa é uma questão relevante a ser pensada tanto por aqueles que pesquisam na área de ensino de ciências ou trabalham com formação de professores de ciências quanto por aqueles que elaboram materiais didáticos ou atuam em políticas públicas na área de educação: qual conteúdo deve ser selecionado para a formação no ensino básico voltada não apenas para futuros cientistas, mas para cidadãos que podem escolher qualquer campo de atuação?

De acordo com Sasseron e Carvalho (2008), a alfabetização científica é estruturada em três grandes eixos: o primeiro, voltado à compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais; o segundo, voltado para a compreensão da natureza da ciência e dos fatores éticos e políticos que circundam a sua prática; e o terceiro, voltado ao entendimento das relações existentes entre ciência, tecnologia, sociedade e meio-ambiente. Como já apontamos acima, o enfoque nesse terceiro eixo, segundo Santos (2007), seria voltado para a formação da cidadania e o



desenvolvimento de atitudes e valores em relação à ciência. Por outro lado, o enfoque nos conceitos científicos e na natureza da ciência, entendida como “um conjunto de elementos que tratam da construção, estabelecimento e organização do conhecimento científico” (MOURA, 2014, p. 32), se não tem como objetivo fundamental a formação de futuros cientistas, pode ser considerado como uma formação cultural acerca das contribuições intelectuais da humanidade, assim como o ensino sobre os clássicos da literatura. Entretanto, autores como Lorenzetti e Delizoicov (2001, p. 5) consideram que “aumentar o nível de entendimento público da ciência é hoje uma necessidade, não só como um prazer intelectual, mas também uma necessidade de sobrevivência do homem”.

Esse é um ponto em comum entre os autores que escolhem o termo “alfabetização” e que merece uma reflexão: essa escolha não apenas supervaloriza o conhecimento científico, mas pressupõe um analfabetismo que poderia até mesmo comprometer, segundo aqueles autores, a sobrevivência dos que estão nessa condição. Sem querer desmerecer a importância do conhecimento científico, a história da humanidade nos ensina que sempre existiram estratégias de sobrevivência, mesmo entre os que não tiveram acesso a uma educação científica ou sequer a qualquer tipo de escolarização formal.

Mortimer (2002, p. 28-29) observa que “muitas pessoas vivem perfeitamente bem sem nunca ter tido acesso a uma cultura

científica” e questiona: “em que extensão as pessoas empregam conceitos científicos para tomar decisões na vida cotidiana?” Esse autor considera que “o conhecimento científico é essencial para as decisões que tomamos na vida cotidiana”. Mas a questão a ser pensada, quando se trata de ensino de ciências, é a seguinte: qual conhecimento é essencial para todo e qualquer cidadão, dentre todo o arcabouço de conhecimento construído ao longo da história da humanidade?

Benjamin Shen (1975, pp. 265-267) distingue três níveis de *science literacy*, que opto por traduzir aqui como “letramento em ciência”. O primeiro, que ele chama de prático, estaria ligado a questões básicas de saúde e alimentação, como a importância do aleitamento materno para a criação de anticorpos em bebês e a redução da mortalidade infantil ou o conhecimento sobre a informação nutricional na escolha de um produto alimentício a ser consumido. O segundo, que ele chama de cívico, envolve o posicionamento do cidadão em relação a políticas públicas em áreas afetadas pela ciência e pela tecnologia, como energia, transportes, comunicação, entre outras. O terceiro, que ele chama de cultural, envolve a leitura de um artigo sobre genética em uma revista ou a audiência de um programa de televisão sobre astronomia por leigos interessados na ciência como uma expressão cultural da humanidade, assim como poderiam se interessar pela leitura de uma tragédia clássica. Para esse autor, o letramento em ciência, nesses três níveis,

envolve não apenas a educação científica formal nas escolas, mas também os meios de comunicação de massa, que atingem cidadãos de qualquer área de atuação e de diferentes níveis de escolaridade.

De acordo com Francisco Ayala (1996, p. 1), não se espera que uma pessoa cientificamente letrada saiba que a expressão do DNA é mediada por uma molécula de RNA transmissor. Para esse autor, ser cientificamente letrado envolve saber que a exploração de recursos naturais não é só benéfica e tampouco só prejudicial, ou que uma decisão política na área de energia pode gerar um benefício social e econômico, mas também um problema ambiental. Esse conhecimento, segundo Ayala, possibilitaria o posicionamento do cidadão em relação a políticas públicas como a construção de uma usina nuclear ou a carvão, por exemplo.

Essa definição do que se esperar de uma pessoa cientificamente letrada, bastante próxima do que Shen (1975) define como sendo próprio do letramento cívico em ciência, pode ser associada aos trabalhos do grupo dos educadores em ciência que, segundo Santos (2007), priorizam no ensino a função social das ciências e das tecnologias e o desenvolvimento de atitudes e valores em relação a elas. Os trabalhos dos autores que tratam de alfabetização científica, aqui analisados, ainda que defendam a abordagem das relações entre ciência, tecnologia e sociedade, o que inclui os impactos da ciência, seus riscos e benefícios, consideram fundamental o ensino de conceitos científicos. Lorenzetti e Delizoicov

(2001, p. 7) preconizam que “as escolas, através de seu corpo docente, precisam elaborar estratégias para que os alunos possam entender e aplicar os conceitos científicos básicos nas situações diárias, desenvolvendo hábitos de uma pessoa cientificamente instruída”. Quais seriam os conceitos científicos básicos a serem aplicados em situações diárias? No artigo aqui analisado, esses autores não definem<sup>3</sup>. Situações diárias talvez possam ser associadas não propriamente a conceitos científicos ou teorias, mas a certos conhecimentos práticos, como na definição de letramento em ciência feita por Shen (1975).

A escolha dos pesquisadores de ensino de ciências pelo termo “alfabetização” pressupõe um analfabetismo entre aqueles que não possuem um tipo de conhecimento específico, o científico, o qual é tido, por esses autores, não como mais uma entre outras formas de compreender o mundo que nos rodeia – sem dúvida, a de maior prestígio –, mas a única. Segundo Lorenzetti e Delizoicov (2001, p. 8), a alfabetização científica que eles propõem “preocupa-se com os conhecimentos científicos, e sua respectiva abordagem, que sendo veiculados nas primeiras séries do ensino fundamental, se constituam num aliado para que o aluno possa ler e compreender seu universo”.

---

<sup>3</sup>Em sua dissertação de mestrado, Lorenzetti (2000) usa duas vezes essa expressão “conceitos científicos básicos”, uma na página 69 e outra na página 104, em ambas citando outros autores, mas nenhuma delas é seguida de exemplos ou definições do que seriam esses conceitos científicos básicos.

Ao que parece, para esses autores, uma leitura de mundo que não seja a da ciência não é considerada válida e deve ser esquecida do lado de fora da sala de aula.

Attico Chassot é o autor com maior número de citações entre os trabalhos sobre alfabetização científica (CHASSOT, 2003). Ele critica o ensino voltado para a memorização de teorias, conceitos e processos científicos como a taxonomia, na biologia, as configurações eletrônicas, na química, ou as fórmulas, na física – tipo de conhecimento, segundo ele, fadado ao esquecimento após as provas de avaliação. Chassot (2003) defende um ensino que mostre não apenas os benefícios da ciência, mas também sua face controversa. No entanto, a sua definição do termo que pressupõe a falta de conhecimento científico reflete a visão de que, para esse autor, esse tipo de conhecimento seria o único válido: “ser alfabetizado cientificamente é saber ler a linguagem em que está escrita a natureza. É um analfabeto científico aquele incapaz de uma leitura do universo” (CHASSOT, 2003, p. 91).

O posicionamento dos autores que tratam de letramento científico, nesse aspecto, é diferente. Soares e Coutinho (2009, p. 4) observam que “a linguagem científica, assim como a linguagem específica de outras áreas, possui recursos lexicogramaticais particulares”, os quais, segundo eles, “codificam conhecimentos, valores e visão de mundo específicos da comunidade científica”. Ou seja, trata-se de uma entre várias possíveis visões de mundo. Amaral,

Xavier e Maciel (2009, p. 112) alertam: “ao não vincular os conhecimentos científicos com os conhecimentos prévios dos alunos, contribui-se para a construção de uma imagem errônea da ciência, como verdade absoluta, além de tornar-se um obstáculo no processo de apropriação do conhecimento”.

A valoração do conhecimento científico como única forma válida de ver o mundo – que chega ao extremo de colocar o analfabetismo como risco à sobrevivência – encontra muita similaridade na valoração que se dá à escrita em relação às variações orais existentes em toda e qualquer língua natural. E isso se reflete nos trabalhos dos autores que tratam de alfabetização científica. Para Sasseron e Carvalho (2008, p. 334), a alfabetização deve “possibilitar ao analfabeto a capacidade de organizar seu pensamento de maneira lógica, além de auxiliar na construção de uma consciência mais crítica em relação ao mundo que o cerca”. É como se, para essas autoras, a escrita proporcionasse um ganho cognitivo em relação a quem não tem acesso a essa modalidade da língua.

Como se trata aqui, mais uma vez, da apropriação de um termo dos estudos da linguagem por pesquisadores do campo da educação científica, é importante lembrarmos o que diz uma das principais referências no campo da linguística aplicada voltado para o estudo do ensino de língua materna e da formação de professores de português. No segundo capítulo, mencionamos a desconstrução que Kleiman (1995) faz da tese das consequências cognitivas da aquisição

da escrita, mostrando claramente que o desenvolvimento de habilidades cognitivas universalmente atribuído à escrita, na verdade, seria consequência do processo de escolarização (KLEIMAN, 1995, p. 25-26).

O respeito à diversidade linguística, preconizado no modelo de letramento defendido por Kleiman, encontra paralelo no respeito à diversidade cultural e consequente diversidade de visões de mundo que se percebe em autores do campo de pesquisa em ensino de ciências que tratam de letramento científico.

Mortimer (2002, p. 32) observa que “a definição física de calor é apenas uma entre muitas definições que o dicionário traz. Isso aponta para uma origem cultural das concepções alternativas, muito mais do que o resultado da interação do indivíduo com o mundo físico”. Para o autor,

parece inútil o esforço em mudar concepções que têm raízes profundas nas nossas formas cotidianas de falar sobre o mundo e que são compartilhadas pelos indivíduos de uma mesma cultura. Suprimir essas concepções alternativas significaria suprimir uma forma de se expressar sobre o mundo que permite a comunicação entre os diferentes grupos de uma mesma cultura (MORTIMER, 2002, p. 32).

Santos (2007, p. 479) considera importante diferenciar alfabetização de letramento, pois segundo ele, “na tradição escolar, a alfabetização científica tem sido considerada na acepção do domínio da linguagem científica”, enquanto o letramento científico

estaria ligado ao uso do conhecimento científico na prática social. Ao empregar o termo letramento, Santos busca “ênfase na função social da educação científica”. Essa ênfase nas práticas sociais de uso do conhecimento científico se reflete em sua definição do que seria uma pessoa letrada em ciência e tecnologia: ela saberia, por exemplo, preparar adequadamente diluições de produtos de limpeza doméstica;

compreender satisfatoriamente as especificações de uma bula de medicamento; adotar profilaxia para evitar doenças básicas que afetam a saúde pública; exigir mercadorias que atendam às exigências legais de comercialização, como especificação de sua data de validade, cuidados técnicos de manuseio, indicação dos componentes ativos; operar produtos eletroeletrônicos (idem, p. 480).

Os autores do campo de pesquisa em ensino de ciências dos dois grupos aqui analisados têm em comum a visão do conhecimento científico como algo fundamental para a resolução de problemas. O diferencial dos que optam por tratar de letramento científico está não apenas nos exemplos acima de práticas sociais de uso do conhecimento científico na vida cotidiana, mas também na escolha de problemas sociais que podem ser objeto de estudo no ensino de ciências. Mortimer (2002, p. 29) exemplifica:

Se andarmos pelo bairro em que fica uma escola da periferia poderemos constatar que existem uma infinidade de problemas na comunidade que poderiam ser abordados nas classes de ciências, por exemplo, problemas de saneamento



básico ou problemas ambientais. Se a escola é perto de uma favela, muitas vezes há esgoto a céu aberto, ou um rio poluído pelo esgoto. Em outras áreas, os moradores jogam lixo na rua. Nesse sentido, não há porque reproduzirmos aqui a prática de colocar os alunos para desempenharem diferentes papéis na simulação da tomada de decisão sobre problemas hipotéticos. Nós temos problemas demais na vida real para ficarmos simulando problemas hipotéticos.

Têm-se discutido muito, já há um bom tempo, no campo da educação, sobre o ensino conteudista<sup>4</sup>, focado em acúmulo de conhecimento, herança do Iluminismo, período em que ganharam destaque as enciclopédias, compêndios de toda contribuição intelectual da humanidade. A análise dos artigos de pesquisadores do ensino de ciências selecionados entre os trabalhos mais citados que tratam de alfabetização científica e de letramento científico mostra um consenso sobre a importância da abordagem das relações entre ciência e sociedade na educação científica. A questão a ser pensada é se essa abordagem deve ser o foco do ensino, o seu ponto principal – e a análise dos artigos mostra que essa é a prioridade nos trabalhos que tratam de letramento científico –, ou algo a mais a ser ensinado além do conhecimento tradicional voltado para categorizações, fórmulas e métodos – considerados fundamentais nos trabalhos que tratam de alfabetização científica aqui analisados. E, caso seja

---

<sup>4</sup>Ver, por exemplo, LELIS, I.A. Do ensino de conteúdos aos saberes do professor: mudança de idioma pedagógico? **Educação & Sociedade**, ano XXII, n. 74, p. 43-58, 2001.

(apenas) algo a mais, em que medida o ensino básico voltado não apenas para a formação de futuros cientistas, mas para cidadãos que queiram atuar em qualquer tipo de atividade, pode abrir mão de parte do conteúdo voltado para conceitos, teorias e métodos científicos para dar espaço às funções sociais das ciências e ao desenvolvimento de atitudes e valores em relação a elas? Ou a ideia é não abrir mão de algo considerado fundamental – como afirmam autores que tratam de alfabetização científica –, e sim acrescentar as questões sociais ao que já é tradicionalmente ensinado?

A análise acima mostra dois diferenciais bastante relevantes nos trabalhos que tratam de letramento científico. O primeiro e, do meu ponto de vista, mais importante é considerar a ciência como uma dentre várias possíveis formas de ver e compreender o mundo, como uma contribuição cultural como tantas outras, com seus próprios valores. A consequência disso no ensino é crucial: o respeito às raízes culturais dos conhecimentos prévios dos alunos é fundamental para apresentar a eles uma outra representação cultural do universo, a de maior prestígio na sociedade, a ciência; por outro lado, tentar substituir conhecimentos prévios por um considerado o único válido para ver e compreender o mundo pode gerar resistência e distanciamento dos alunos em relação à ciência.

O segundo diferencial dos trabalhos que tratam de letramento é o foco nas práticas sociais. Se, por um lado, o letramento – sem qualquer tipo de adjetivação, como “científico”,

“político”, “digital” – é definido como “um conjunto de práticas sociais que usam a escrita, enquanto sistema simbólico e enquanto tecnologia, em contextos específicos, para objetivos específicos” (KLEIMAN, 1995, p. 19), o letramento científico enfoca as práticas sociais de uso do conhecimento científico, tanto em termos práticos quanto cívicos, no exercício da cidadania na vida cotidiana.

Ao se pensar em uma educação voltada para a formação cidadã, é importante refletir sobre o que seria mais relevante, por exemplo, nas aulas de matemática: explicar matrizes ou ensinar controle financeiro para que as crianças se tornem adultos que saibam organizar melhor seu orçamento familiar? No ensino de biologia, por sua vez, a taxonomia, a classificação de animais e plantas, seria mais relevante para quem não vai atuar futuramente em alguma área das ciências biológicas do que conhecer o quanto ainda resta de cada bioma do território brasileiro, quais as práticas econômicas mais diretamente ligadas ao desmatamento, qual a relação do desmatamento com o aquecimento global? No ensino de física, é necessário conhecer tantas fórmulas ou é possível abrir mão delas e abordar questões como as diferentes formas de gerar energia, seus custos, seus impactos econômicos, sociais e ambientais? No ensino de química, considerando-se que boa parte dos alunos não irá frequentar um laboratório em sua futura atividade profissional, que tipo de conhecimento eles vão poder levar para a vida toda? Em suma, o que vem a ser, de fato, uma educação cidadã?



## Referências bibliográficas da Primeira Parte

- ABREU, Márcia. “Os números da cultura”. In: RIBEIRO, V.M. (Org.) *Letramento no Brasil*. São Paulo: Global, 2003.
- AÇÃO EDUCATIVA; INSTITUTO PAULO MONTENEGRO. *INAF Brasil 2011*: indicador de alfabetismo funcional: principais resultados. Disponível em: <[http://www.institutocyrela.com.br/site/arquivos/geral/informe\\_resultados\\_inaf2011\\_versao-final\\_12072012b.pdf](http://www.institutocyrela.com.br/site/arquivos/geral/informe_resultados_inaf2011_versao-final_12072012b.pdf)>. Acesso em: 18 jan. 2018.
- AMARAL, C.L.C.; XAVIER, E.S.; MACIEL, M.L. “Abordagem das relações ciência/tecnologia/sociedade nos conteúdos de funções orgânicas em livros didáticos de química do ensino médio”. *Investigações em Ensino de Ciências*, Porto Alegre, v. 14, n. 1, p. 101-114, 2009. Disponível em: <<https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/412/243>>. Acesso em: 18 jan; 2018.
- AYALA, Francisco J. “Introductory essay: the case for scientific literacy”. In: *World Science Report*, Paris: UNESCO, 1996. Disponível em: <<http://unesdoc.unesco.org/images/0010/001028/102819eo.pdf>>. Acesso em: 28 set. 2016.
- BAKHTIN, Mikhail. *Estética da criação verbal*. Tradução feita a partir do francês por Maria Ermantina Galvão Pereira. 2ª ed., São Paulo: Martins Fontes, 1997.
- BRANDI, A. T. E.; GURGEL, C. M. A. “A alfabetização científica e o processo de ler e escrever em séries iniciais: emergências de um estudo de investigação-ação”. *Ciência & Educação*, Bauru, v. 8, n. 1, p. 113-125, 2002. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S1516-73132002000100009>>. Acesso em: 18 jan. 2018.
- BRITTO, Luiz Percival L. “Sociedade de cultura escrita, alfabetismo e participação”. In: RIBEIRO, V.M. (Org.) *Letramento no Brasil*. São Paulo: Global, 2003.
- CHASSOT, Attico. “Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social”. *Revista Brasileira de Educação*, Rio de Janeiro, n. 22, p. 89-100, 2003. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S1413-24782003000100009>>. Acesso em: 18 jan. 2018.
- CUNHA, Rodrigo B. “Os trabalhos sobre alfabetização e letramento científico: o diálogo com os estudos da linguagem na apropriação de conceitos por pesquisadores do ensino de ciências”. In: *Anais da 67ª Reunião Anual da SBPC*, São Carlos (SP), 2015.

CUNHA, Rodrigo B. “Os trabalhos sobre alfabetização e letramento científico e o uso de autores dos estudos da linguagem nas referências bibliográficas”. In: *Anais da 69ª Reunião Anual da SBPC*, Belo Horizonte (MG), 2017.

FERNANDES, Tadeu F. “Impactos da microbiota intestinal na saúde do lactente e da criança em curto e longo prazo”. In: *Revista ComCiência*, n. 199, jun./2018.

HURD, P. H. “Science literacy: its meaning for American schools”. *Educational Leadership*, Alexandria, v. 16, n. 1, p. 13-16, 52, 1958.

IBGE. *Tendências Demográficas*. Uma análise dos resultados da amostra do Censo Demográfico 2000. Rio de Janeiro, 2004.

INSTITUTO ABRAMUNDO. *ILC: indicador de letramento científico: sumário executivo de resultados*. São Paulo, 2014.

KLEIMAN, Angela B. “Modelos de letramento e as práticas de alfabetização na escola”. In: KLEIMAN, Angela B. (Org.). *Os significados do letramento: uma nova perspectiva sobre a prática social da escrita*. Campinas: Mercado de Letras, 1995. p. 15-61.

LAUGKSCH, Rüdiger C. “Scientific literacy: a conceptual overview”. In: *Science Education*, Hoboken (Estados Unidos): John Wiley & Sons, v. 84, n. 1, p. 71-94, 2000.

LELIS, I. A. “Do ensino de conteúdos aos saberes do professor: mudança de idioma pedagógico?” *Educação & Sociedade*, Campinas, v. 22, n. 74, p. 43-58, 2001. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0101-73302001000100004>>. Acesso em: 18 jan. 2018.

LORENZETTI, L. *Alfabetização científica no contexto das séries iniciais*. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2000.

LORENZETTI, L; DELIZOICOV, D. “Alfabetização científica no contexto das séries iniciais”. *Ensaio: pesquisa em educação em ciências*, Belo Horizonte, v. 3, n. 1, p. 1-17, 2001. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/epec/v3n1/1983-2117-epec-3-01-00045.pdf>>. Acesso em: 18 jan. 2018.

MORTIMER, E.F. “Uma agenda para a pesquisa em educação em ciências”. *Revista Brasileira em Educação em Ciências*, Belo Horizonte, v. 2, n. 1, p. 36-59, 2002. Disponível em: <<https://seer.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/2351/1751>>. Acesso em: 18 jan. 2018.

MOURA, B.A. “O que é a natureza da ciência e qual sua relação com a história e a filosofia da ciência?” *Revista Brasileira de História da Ciência*, Rio de Janeiro, v. 7, n. 1, p. 32-46, 2014.

PENICK, J. E. "Ensinando alfabetização científica". *Educar em Revista*, Curitiba, n. 14, p. 91-113, 1998. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/0104-4060.183>>. Acesso em: 18 jan. 2018.

RIBEIRO, Vera M. (Org.) *Letramento no Brasil*. São Paulo: Global, 2003.

RIBEIRO, Vera M. "Por mais e melhores leitores: uma introdução". In: RIBEIRO, Vera M. (Org.) *Letramento no Brasil*. São Paulo: Global, 2003.

ROBERTS, Douglas A. *Scientific literacy*. Towards a balance for setting goals for school science programs. Ottawa, ON, Canada: Minister of Supply and Services, 1983.

SANTOS, Wildson L. P. dos. "Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios". In: *Revista Brasileira de Educação*, v. 12, n. 36, set./dez. 2007, p. 474-495.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. "Tomada de decisão para ação social responsável no ensino de ciências". *Ciência & Educação*, Bauru, v. 7, n. 1, p. 95-111, 2001. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S1516-73132001000100007>>. Acesso em: 18 jan. 2018.

SASSERON, L. H. *Alfabetização científica no ensino fundamental: estrutura e indicadores deste processo em sala de aula*. 281 f. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. "Almejando a alfabetização científica no ensino fundamental: a proposição e a procura de indicadores do processo". *Investigação em Ensino de Ciências*, Porto Alegre, v. 13, n. 3, p. 333-352, 2008. Disponível em: <<https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/445/263>>. Acesso em: 18 jan. 2018.

\_\_\_\_\_. "Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica". *Investigações em Ensino de Ciências*, Porto Alegre, v. 16, n. 1, p. 59-77, 2011a. Disponível em: <<https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/246/172>>. Acesso em: 18 jan. 2018.

\_\_\_\_\_. "Construindo argumentação na sala de aula: a presença do ciclo argumentativo, os indicadores de alfabetização científica e o padrão de Toulmin". *Ciência & Educação*, Bauru, v. 17, n. 1, p. 97-114, 2011b. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S1516-73132011000100007>>. Acesso em: 18 jan. 2018.

SERRAO, Luis F. S.; CATELLI JR., R.; CONRADO, A. L.; CURY, F.; LIMA, A. L. D. "A experiência de um indicador de letramento científico". In: *Cadernos de*

*Pesquisa*, v. 46, n. 160, p. 334-361, abr./jun. 2016. D.O.I. <<http://dx.doi.org/10.1590/198053143498>>

SHEN, Benjamin S. P. "Science literacy". In: *American Scientist*, Durham (Estados Unidos): Sigma Xi – Scientific Research Society, v. 63, n. 3, p. 265-268, May/June 1975.

SOARES, A. G.; COUTINHO, F. A. "Leitura, discussão e produção de textos como recurso didático para o ensino de biologia". *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, Belo Horizonte, v. 9, n. 2, p. 1-22, 2009. Disponível em: <<https://seer.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/2202/1602>>. Acesso em: 18 jan. 2018.

SOARES, Magda. *Letramento: um tema em três gêneros*. 4ª. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2010.

ZIMMERMANN, E.; EVANGELISTA, P. C. Q. "Pedagogos e o ensino de física nas séries iniciais do ensino fundamental". *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, Florianópolis, v. 24, n. 2, p. 261-280, 2007. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/1092/12756>>. Acesso em: 18 jan. 2018.



## Letramento científico: uma revisão conceitual<sup>5</sup>

Letramento científico se tornou um slogan educacional internacionalmente bem reconhecido, bastante usado e repetido, e uma meta educacional contemporânea. Letramento científico “representa o que o público em geral deveria saber sobre ciência” (Durant, 1993, p. 129), e “geralmente implica na apreciação da natureza, dos objetivos e das limitações gerais da ciência, além de certo entendimento das mais importantes ideias científicas” (Jenkins, 1994, p. 5345). O termo é normalmente visto como sendo sinônimo de “percepção pública da ciência”, e enquanto “letramento científico” é usado nos Estados Unidos, a expressão anterior é mais comumente usada no Reino Unido, sendo “cultura científica” usada na França.

No entanto, geralmente aceita-se que a simples conceitualização de letramento científico descrita acima, de forma enganosa, mascara diferentes sentidos e interpretações associados ao conceito de letramento científico devido, por exemplo, a diferentes visões do que o público deveria saber sobre ciência e quem é “o público” (ver adiante). Diferenças de sentidos e interpretações

---

<sup>5</sup> Tradução para o português, autorizada pelo autor, do artigo “Scientific Literacy: a conceptual overview”, de Rüdiger Laugksch, publicado na revista *Science Education*.

podem, como resultado, ter germinado uma visão de que o letramento científico é um conceito mal definido e difuso.

Para obter um entendimento mais aprofundado dessa importante meta educacional contemporânea, alguns fatores que influenciam interpretações e percepções de letramento científico enquanto conceito serão descritos. Na revisão da literatura publicada em inglês a seguir, a rede de atores é mais vasta que apenas a comunidade profissional de ensino de ciência, e os diversos trabalhos sobre letramento científico são trazidos juntos em uma síntese interpretativa dessa literatura. O letramento científico é situado, primeiro, em um contexto histórico, e diversos fatores que influenciam interpretações desse conceito são discutidos em seguida.

## **O contexto histórico**

O termo “letramento científico” foi cunhado no final dos anos 1950, e muito provavelmente apareceu impresso pela primeira vez quando Paul Hurd (1958) o utilizou em uma publicação intitulada *Letramento em ciência: seus significados para as escolas americanas*. Todavia, o interesse e a preocupação com elementos do conceito de letramento científico (isto é, a ideia de que o público deveria ter certo conhecimento de ciência) remonta ao começo do século XX. Como a ênfase desta revisão é o letramento científico em um contexto contemporâneo, o foco aqui é apenas nos anos posteriores ao final

da década de 1950. Uma breve síntese histórica desse período é útil para contextualizar a discussão de letramento científico enquanto conceito. Para um relato histórico mais profundo da evolução do letramento científico, o leitor pode recorrer a Shamos (1995).

O impulso pelo interesse em letramento científico durante o final dos anos 1950 é provavelmente a preocupação da comunidade científica americana com o apoio do público à ciência para responder ao lançamento do Sputnik pelos soviéticos. Waterman (1960, p. 1349) escreveu, em uma revisão dos 10 primeiros anos da Fundação Nacional de Ciências dos Estados Unidos, sobre o reconhecimento de que “o progresso em ciência depende em grande medida do entendimento e do apoio do público a um programa sustentado de educação e pesquisa em ciência”. Mais ou menos no mesmo período, os americanos – de novo, impulsionados pela corrida espacial – estavam preocupados se seus filhos estariam recebendo o tipo de educação que lhes capacitaria a lidar com uma sociedade em crescente sofisticação científica e tecnológica. O aumento do nível de letramento científico entre os americanos era visto como uma estratégia para enfrentar efetivamente ambas as preocupações. Roberts (1983) revisou o período da década de 1950 até o final da de 1970, e as conclusões a que chegou sobre letramento científico enquanto conceito naqueles anos, as quais serão apresentadas a seguir, são baseadas nessa revisão.

Dada a importância do duplo contexto de apoio à ciência e à educação científica, diversos autores começaram a promover vários aspectos associados ao letramento científico. Roberts (1983, p. 25) caracterizou os anos entre 1957 e 1963 como o “período de legitimação” do conceito. Os autores que defendem o letramento científico, no entanto, nem sempre dão uma definição clara do que querem dizer com esse conceito. Essa fase inicial foi seguida por um “período de séria interpretação” (Roberts, 1983, p. 26), no qual surgiram múltiplos e diversos sentidos de letramento científico. Vários esforços foram feitos para a consolidação de letramento científico enquanto conceito, após os quais se seguiu um período de interpretações mais elaboradas. Porém, Gabel (1976), citado em Roberts (1983), em seu trabalho sobre um modelo teórico de letramento científico, baseado em um vasto conjunto de interpretações do sentido de letramento científico, mostrou em que medida esse conceito “teve tantas interpretações a ponto de agora significar praticamente tudo relacionado com educação científica” (Roberts, 1983, p. 22). A interpretação de letramento científico “tornou-se um conceito guarda-chuva para significar de maneira abrangente os propósitos do ensino de ciência nas escolas” (Roberts, 1983, p. 29).

O período do final dos anos 1970 ao começo dos anos 1980 foi caracterizado por uma multiplicidade de variadas definições e interpretações de letramento científico, e a persistente falta de

consenso diminuiu a utilidade desse conceito. Ao mesmo tempo, os Estados Unidos estavam enfrentando dois importantes desafios. O primeiro era relacionado à emergência do poder econômico do Japão e de outros países do Pacífico (i.e., Coreia do Sul, Cingapura, Taiwan etc.) e a crença geral de que a competitividade econômica dos Estados Unidos – e, portanto, sua liderança industrial – estava em declínio. Ciência e tecnologia eram vistas como a base fundamental para o progresso econômico e, sendo assim, era inevitável que a política científica dos Estados Unidos passasse a ter destaque. O segundo desafio era relacionado ao declínio da pesquisa básica em ciência e engenharia nos Estados Unidos e a posição ruim do país nas comparações internacionais de produção científica. Nessa época prevalecia uma crença generalizada na existência de uma crise no ensino de ciências, particularmente depois do relatório *Uma Nação em Risco*, da Comissão Nacional pela Excelência em Educação (1984).

Devido às evidentes ameaças à competitividade econômica dos Estados Unidos e a crise na qual se via estar o ensino de ciência do país, um renovado interesse em letramento científico surgiu no começo dos anos 1980. Desde então, o letramento científico de adultos tem recebido atenção constante nos Estados Unidos e em outros lugares. A relevância social e cultural da ciência em uma sociedade científica e tecnológica – com seu consequente foco “sociocívico” ou em responsabilidade social na reforma do ensino de ciências – também recebeu crescente atenção através do conceito de

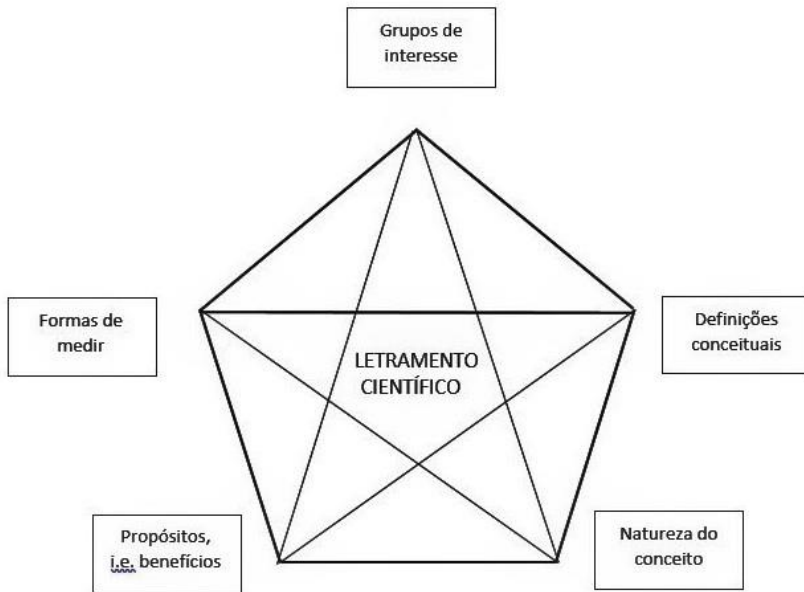
letramento científico. Nos últimos anos, portanto, os discursos políticos relacionados ao ensino de ciências têm sido repletos de referências ao letramento científico como uma meta.

Sendo assim, de muitas formas, o letramento científico é um antigo slogan educacional, e o conceito gerou bastante interesse ao longo das últimas quatro décadas. Consequentemente, existe uma literatura diversa e substancial relacionada a este conceito. Por exemplo, de acordo com uma pesquisa do Centro de Informação sobre Recursos Educacionais (ERIC, na sigla em inglês), foram encontrados mais de 330 artigos em periódicos, trabalhos em eventos, projetos de pesquisa, relatórios científicos e editoriais relacionados ao letramento científico que apareceram na literatura entre 1974 e 1990 (um período arbitrário), com vasta maioria sendo publicada depois dos anos 1980. Para chegar a um melhor entendimento do conceito de letramento científico e das dificuldades a ele associadas, será apresentada a seguir uma revisão conceitual.

## **Revisão conceitual**

Apesar (ou talvez por causa) da atenção que o letramento científico recebeu ao longo dos anos, esse conceito é geralmente tido como sendo controverso. Por que seria assim? O fato de que o termo letramento científico pode ser pensado como pertencente a uma classe de termos como liberdade, justiça e felicidade, que assumimos

conterem qualidades simples e desejáveis mas sob exame mais minucioso tornam-se bem mais complexos e muitas vezes indefiníveis, terá, sem dúvida, contribuído para sua natureza controversa. Uma análise da extensa literatura sobre letramento científico sugere, no entanto, que há diferentes fatores que podem influenciar interpretações de letramento científico. Esses fatores incluem diferentes grupos de interesse que se preocupam com letramento científico, diferentes definições conceituais do termo, a natureza relativa ou absoluta de letramento científico enquanto conceito, diferentes propósitos para a defesa do letramento científico e diferentes formas de medi-lo (Fig. 1). Cada fator consiste em diferentes posicionamentos ou facetas, e postula-se aqui que a combinação de diferentes facetas de cada um dos cinco fatores individuais resulta em permutações de variadas interpretações e percepções de letramento científico. Essas diferentes interpretações levam o letramento científico a parecer um mal definido e difuso – portanto, controverso – conceito.



**Figura 1.** Uma revisão conceitual de letramento científico

A seguir são descritos alguns dos diferentes posicionamentos e percepções ligados a cada um dos fatores acima identificados. As quatro amplas categorias de grupos de interesse que se preocupam com letramento científico são esboçadas primeiro, e em seguida são revistas as diferentes definições conceituais de letramento científico que têm sido propostas. A natureza relativa ou absoluta do conceito é descrita na sequência e depois disso são discutidos os benefícios supostamente resultantes do letramento científico. Finalmente, é



feita uma breve revisão das diferentes metodologias de pesquisa empregadas para medir o letramento científico.

## **Grupos de interesse**

Embora o letramento científico seja amplamente visto como sendo de geral importância educacional, pelo menos quatro grandes categorias de profissionais envolvidos com letramento científico se distinguem. Essas categorias ou “grupos de interesse” são caracterizados por um tema central de interesse compartilhado na promoção do letramento científico como um todo ou em uma parcela específica da comunidade mais ampla.

O primeiro grupo que pode ser identificado é a comunidade de ensino de ciências, a qual se preocupa com a natureza (i.e., o propósito), o desempenho e a reforma do sistema educacional vigente. O envolvimento desse grupo com o letramento científico é motivado por questões relacionadas com (a) os objetivos do ensino de ciências (i.e., por que ensinar ciências e que formato o conteúdo de ciências deveria ter); (b) como as habilidades pessoais, atitudes e valores implícitos nos objetivos são incorporados de maneira satisfatória no currículo de ciências e efetivamente ensinados pelos professores; (c) a qualidade e a natureza dos recursos necessários para alcançar esses objetivos de maneira eficiente (por exemplo, livros didáticos); e (d) medidas apropriadas de avaliação para

assegurar até que ponto os objetivos do ensino de ciências foram alcançados. Associados a esse grupo de interesse também estariam os grupos que desenvolvem o currículo de ciências, assim como as associações de profissionais do ensino de ciências. Esse grupo de interesse, portanto, preocupa-se principalmente com a relação entre o ensino formal e o letramento científico, com foco específico no ensino secundário, mas cada vez mais também no primário e no superior.

O segundo grupo de interesse inclui cientistas sociais e pesquisadores de opinião pública preocupados com questões de política de ciência e tecnologia. Esse grupo de interesse é essencialmente interessado na medida do apoio do público em geral à ciência e à tecnologia, assim como a participação pública em atividades de política científica e tecnológica. Os campos de investigação pertinentes para essa categoria de pesquisadores são, portanto, relacionados com a identificação das fontes individuais de informação sobre ciência e tecnologia; assim como a medida das atitudes do público diante da ciência e da tecnologia em geral e diante de questões políticas atuais específicas em particular.

O terceiro grupo de interesse inclui pesquisadores da sociologia da ciência e educadores científicos que empregam uma abordagem sociológica no letramento científico. Esses pesquisadores estão preocupados com a construção de responsabilidade com relação à ciência (i.e., formas organizacionais de apropriação e

controle da ciência), ou “conhecimentos contextualizados” como propôs Wynne (1991). Os campos de investigação para essa categoria de pesquisadores são relacionados a como os indivíduos interpretam e negociam o conhecimento científico na vida cotidiana; como o acesso, a confiança e a motivação social estão ligados à aceitação e ao apoio do público à ciência; e como “... membros do público ... monitoram fontes de informação científica, julgam entre elas, acompanham as mudanças das descobertas científicas, distinguem consenso de opinião científica isolada, e decidem o quanto o conhecimento especializado requer qualificação para ser usado em sua situação particular” (Wynne, 1991, p. 117).

O quarto grupo de interesse que pode ser identificado é a comunidade de ensino de ciência não formal e aqueles envolvidos em comunicação de ciência em geral. O grupo como um todo consiste em profissionais que oferecem oportunidades educativas e interpretativas para o público em geral se familiarizar melhor com a ciência, além daqueles que divulgam a ciência como “notícia” e escrevem sobre ciência em geral. Esses profissionais incluem pessoal especializado envolvido em museus e centros de ciência, jardins botânicos e zoológicos, assim como membros de equipes criativas envolvidos em exposições e acervos científicos. Jornalistas científicos, escritores e pessoal especializado envolvido em programas de rádio e televisão sobre ciência completam esse grupo de interesse.

Os grupos de interesse acima também diferem em relação às “audiências” que formam o foco de sua atenção. O grupo de ensino de ciências foca amplamente no letramento científico de crianças (i.e., no ensino primário) e adolescentes (i.e., no ensino secundário), enquanto o grupo de interesse dos cientistas sociais e pesquisadores da sociologia da ciência foca no letramento científico de indivíduos fora da escola (i.e., adultos). O quarto grupo de interesse, no entanto, foca na promoção do letramento científico de uma combinação das três audiências já identificadas; isto é, crianças, adolescentes e adultos. Como resultado, acredita-se que as abordagens feitas por esse grupo em relação à sua conceitualização de letramento científico são necessariamente baseadas nas abordagens dos três primeiros grupos que abrangem essas audiências primeiramente. O quarto grupo de interesse, portanto, não será considerado a seguir.

## **Concepções de letramento científico**

No decorrer do desenvolvimento do conceito, foram propostos diferentes posicionamentos sobre letramento científico, assim como interpretações e definições. Algumas dessas interpretações foram baseadas em pesquisa e outras foram baseadas em percepções pessoais sobre as características de um indivíduo cientificamente letrado e o que tal indivíduo deveria ser capaz de fazer. A seguir, são descritas definições e interpretações de

letramento científico comumente citadas, mais ou menos em ordem cronológica de publicação.

Na Palestra Anual da Universidade de Cambridge, em 1959, C. P. Snow sugeriu que havia uma nítida divisão entre intelectuais das letras, de um lado, e cientistas, de outro (Snow, 1962). Essa divisão, para ele, representava um abismo de incompreensão mútua, hostilidade e antipatia, e, o mais grave, resultava em uma falta de entendimento entre “as duas culturas”. Ele via o desenvolvimento dessas duas culturas separadas como contraprodutivo, especialmente em uma sociedade democrática, e sugeria que os indivíduos, em um mundo em rápida mudança científica e tecnológica, não poderiam ser considerados “instruídos” a menos que tenham alguma base em ambas as culturas.

O trabalho de Pella *et al.* (1966) representa uma das primeiras tentativas de fornecer uma base empírica para a definição de letramento científico. Pella e colegas determinaram a frequência de ocorrência de “referentes”, isto é, temas previamente definidos como relacionados ao letramento científico, em 100 artigos cuidadosa e sistematicamente selecionados, publicados entre 1946 e 1964. Eles concluíram que o indivíduo cientificamente letrado era caracterizado como aquele com compreensão (a) da inter-relação entre ciência e sociedade; (b) da ética que controla o cientista em seu trabalho; (c) da natureza da ciência; (d) da diferença entre ciência e tecnologia; (e) dos conceitos básicos da ciência; e (f) da inter-relação

entre ciências e as humanidades. A frequência de ocorrência desses “referentes” na literatura revelava que as três primeiras características eram mais importantes que as três últimas.

O trabalho de Pella, delineando o letramento científico como um conceito, foi organizado por Showalter (1974, p. 450), que integrou 15 anos de literatura relevante com uma definição de letramento científico, e consiste em sete dimensões:

I. A pessoa cientificamente letrada entende a natureza do conhecimento científico.

II. A pessoa cientificamente letrada aplica corretamente conceitos apropriados da ciência, princípios, leis e teorias na interação com seu universo.

III. A pessoa cientificamente letrada usa processos da ciência em resolução de problemas, tomadas de decisão e para ampliar sua própria compreensão do universo.

IV. A pessoa cientificamente letrada interage com os vários aspectos de seu universo de forma consistente com os valores subjacentes à ciência.

V. A pessoa cientificamente letrada compreende e aprecia os empreendimentos conjuntos da ciência e da tecnologia e sua interação com outros aspectos da sociedade.

VI. A pessoa cientificamente letrada desenvolveu uma visão do universo mais rica, mais satisfatória, mais empolgante como resultado de sua educação em ciência e continua a ampliar essa educação ao longo de sua vida.

VII. A pessoa cientificamente letrada desenvolveu várias habilidades manipulativas associadas com ciência e tecnologia.

A marca desse trabalho em particular foi que ele definiu letramento científico “com um grau de especificidade não

encontrado em outras definições desse conceito” naquela época (Rubba & Anderson, 1978, p. 450).

Shen (1975a) propôs três categorias de letramento científico, as quais chamou de letramento científico prático, cívico e cultural. Essas categorias eram tidas como não excludentes, mas eram distintas em relação ao objetivo, ao público, ao conteúdo, ao formato e aos meios de transmissão. Por letramento científico prático, Shen (1975a, p. 46) definia a “posse de um tipo de conhecimento científico que pudesse ser usado para ajudar a resolver problemas práticos”; isto é, conhecimento voltado para as necessidades humanas mais básicas relacionadas a alimentação, saúde e habitação. Essa categoria de letramento científico era vista como sendo de particular importância em países em desenvolvimento – mas de modo algum restrita a eles –, onde “alguns fragmentos de informação científica essencial podem significar a diferença entre saúde e doença, vida e morte” (Shen, 1975a, p. 46-47)<sup>6</sup>. Em países industrializados, por outro lado, o letramento científico prático poderia ser útil nos esforços de proteção ao consumidor. Shen acreditava que o letramento científico cívico seria a pedra angular para a política pública bem fundamentada. Ele sugeriu que o objetivo dessa categoria de letramento científico era possibilitar aos cidadãos se tornarem

---

<sup>6</sup> Ver Kalra (1990) sobre uma tentativa recente de traduzir tal letramento científico prático em um currículo apropriado para jovens rurais na Índia com escolarização limitada.

suficientemente conscientes das questões públicas da ciência e relacionadas à ciência para o cidadão comum se envolver em processos de tomada de decisão relacionados, por exemplo, a questões tais como saúde, energia, recursos naturais, alimentos, meio ambiente e assim por diante. Assim como Snow (1962) e outros, Shen acreditava que tal envolvimento seria necessário para os processos democráticos funcionarem em uma sociedade tecnológica. “O letramento científico cultural é motivado por um desejo de conhecer algo sobre ciência como uma importante realização humana” (Shen, 1975a, p. 49). Embora ele entendesse que essa categoria de letramento científico seria alcançada apenas por um número relativamente pequeno de indivíduos, porque seu alcance não se estenderia muito além da comunidade intelectual, ele acreditava que essa categoria seria importante e influente, porque alcançaria, preferencialmente, formadores de opinião e tomadores de decisão atuais e futuros. Os tipos de categorização de letramento científico propostos pela interpretação do conceito por Shen podem ser expandidos para acomodar uma gama de letramentos científicos funcionais relacionados a diferentes contextos.

Um exemplo de tal expansão é a conceitualização de letramento científico proposta por Branscomb (1981, p. 5). Ela examinou a raiz latina de “ciência” e “letramento” e definiu o conceito como “a habilidade de ler, escrever e entender o conhecimento humano sistematizado”. Ela identificou oito diferentes



categorias de letramento científico: (a) letramento metodológico em ciência; (b) letramento profissional em ciência; (c) letramento universal em ciência; (d) letramento tecnológico em ciência; (e) letramento amador em ciência; (f) letramento jornalístico em ciência; (g) letramento em política de ciência; e (h) letramento em política pública de ciência. Cada um desses letramentos científicos está relacionado a um contexto particular, com, por exemplo, o dos cientistas profissionais fazendo seu trabalho (letramento profissional em ciência); o do cidadão comum entendendo e lidando com fenômenos naturais da vida diária (letramento universal em ciência); o do representante político tomando decisões públicas que requerem um conhecimento de dados científicos ou previsão de prováveis consequências (letramento político em ciência).

Conforme mencionado anteriormente na discussão do contexto histórico do letramento científico, questões relacionadas a ciência e tecnologia, política de ciência e o papel da ciência na sociedade eram de interesse nos Estados Unidos no começo dos anos 1980. Em uma edição especial de 1983 do *Daedalus*, o periódico da Academia Americana de Artes e Ciências, alguns autores deram sua opinião sobre letramento científico e os desafios que os Estados Unidos enfrentavam. O artigo de Jon Miller (1983) com uma revisão conceitual e empírica de letramento científico foi influente, já que ele não apenas propôs uma definição multidimensional de letramento científico, mas também sugeriu formas de medir o letramento

científico. Além disso, ele apresentou dados dos níveis de letramento científico de adultos nos Estados Unidos baseados em seu modelo. Miller (1983, p. 29) sustentava que “em uma sociedade democrática, o nível de letramento científico da população tem importantes implicações para as decisões de política de ciência”. Ele verificou como o sentido do termo mudou nos Estados Unidos desde o final do século anterior e revisou as várias tentativas de medir os componentes individuais do letramento científico desde os anos 1930. Com base nessas considerações, Miller (1983, p. 31) definiu que o letramento científico no “contexto contemporâneo” (isto é, na sociedade científica e tecnológica dos dias de hoje) seria composto de três dimensões: (a) a compreensão das regras e métodos da ciência (isto é, a natureza da ciência); (b) a compreensão dos termos e conceitos científicos chave (isto é, conhecimento de conteúdo de ciência); e (c) a consciência e o entendimento do impacto da ciência e da tecnologia na sociedade. Posterior às conclusões de Gabel (1976) de que o letramento científico era um termo muito frouxo e com muitas interpretações para ser de algum uso, o artigo de Miller (1983) propondo um modelo particular, delimitado e multidimensional de letramento científico compreendia uma importante consolidação desse conceito.

Arons (1983) enumerou 12 atributos de um indivíduo cientificamente letrado que ele considera importantes. Ele incluiu as três dimensões de Miller (1983) na lista de atributos, mas enfatizou

as habilidades intelectuais necessárias às pessoas cientificamente letradas. Arons (1983, p. 92-93) sustenta, por exemplo, que tais indivíduos terão a capacidade de: (a) reconhecer que “os conceitos científicos são inventados ou criados por atos de inteligência e imaginação humana”; (b) “compreender a distinção entre observação e inferência”; (c) compreender “a estratégia deliberada de formar e testar hipóteses”; e (d) “reconhecer quando questões tais como ‘o que sabemos...?’ ‘por que acreditamos...?’ ‘qual é a evidência para...?’ foram enfrentadas, respondidas e entendidas e quando algo é levado pela fé”<sup>7</sup>.

Uma novidade mais recente é a criação do Projeto 2061 – um empreendimento de longo prazo, com três fases, da Associação Americana para o Progresso da Ciência, destinado a contribuir para a reforma do ensino de ciências, matemática e tecnologia nos Estados Unidos no que diz respeito a melhorar o letramento científico. O produto das fases I e II desse esforço é representado por *Ciência para Todos os Americanos* (AAAS, 1989) e *Referências para Letramento Científico* (AAAS, 1993), respectivamente. A primeira publicação consiste em uma série de recomendações “esclarecendo o

---

<sup>7</sup> Ligada à ênfase de Arons (1983) está uma descrição de letramento científico na qual os indivíduos cientificamente letrados são capazes de aplicar corretamente conhecimento científico e habilidades de raciocínio para resolver problemas e tomar decisões em suas vidas pessoais, cívicas e profissionais. Essas questões estão relacionadas com os benefícios ou as finalidades para promoção do letramento científico e serão discutidas em uma seção adiante

conhecimento, as habilidades e atitudes que todos os estudantes deveriam adquirir como consequência de sua experiência escolar completa” (AAAS, 1989, p. 3) para serem considerados cientificamente letrados. Na publicação posterior, as metas para o letramento científico de cada capítulo da primeira foram reformulados em níveis intermediários para várias séries escolares; isto é, o que os estudantes deveriam ser capazes de fazer ao final das séries 2, 5, 8 e 12 (AAAS, 1993). Associada a essas iniciativas de reforma no ensino de ciências está a criação dos *Parâmetros Nacionais de Ensino de Ciências* sob os auspícios do Conselho Nacional de Pesquisa dos Estados Unidos. Apesar de essa publicação ir além de padrões específicos de conteúdo a ser dominado ao final de determinadas séries e incluir também, entre outros, padrões de ensino, desenvolvimento profissional e avaliação (National Research Council, 1996), uma análise comparativa “revela que as *Referências* e os *Parâmetros* são muito similares em filosofia, linguagem, dificuldade e a disposição das séries de acordo com suas metas de aprendizado” (AAAS, 1997, p. 76). Em outras palavras, há um alto grau de congruência nas conceitualizações de letramento científico entre os esforços do Conselho Nacional de Pesquisa e o Projeto 2061. O conceito de letramento científico contido nos *Parâmetros*, portanto, é muito influente na maioria dos atuais esforços de reforma do ensino de ciências nos Estados Unidos, e merece ser esmiuçado mais de perto. Dois argumentos para promover o letramento

científico dominam os *Parâmetros*: um é centrado na autorrealização pessoal, isto é, em preparar os indivíduos para, entre outras coisas, levar uma vida responsável e satisfeita em termos pessoais; o outro argumento é baseado na crença de que o futuro dos Estados Unidos depende da qualidade do ensino de ciências recebido pelos indivíduos, isto é, o argumento é baseado em necessidades socioeconômicas. Como essas são metas vastas, não é surpreendente que as recomendações contidas nos *Parâmetros* reflitam uma definição bastante vasta e abrangente de letramento científico. Primeiro, o escopo do conteúdo a ser dominado para ser considerado cientificamente letrado não se limita aos tradicionais conceitos chave em física, química, biologia e assim por diante, mas também inclui aqueles em matemática, tecnologia e ciências sociais. A inclusão das ciências sociais, particularmente, em um modelo conceitual de letramento científico é nova, e os *Parâmetros* contêm capítulos sobre o que os indivíduos deveriam saber cientificamente “sobre si mesmos enquanto espécie” (AAAS, 1989, p. 67), assim como o que tais pessoas deveriam saber sobre “sociedade humana em termos de comportamento individual e em grupo, organizações sociais e os processos de mudança social” (idem, p. 77). Segundo, parte da conceitualização dos *Parâmetros* de pessoa cientificamente letrada é um esforço individual de compreensão científica. De acordo com os *Parâmetros*, é a união de ciência, matemática e tecnologia que torna esse modo de conhecimento tão bem-sucedido. O foco é,

consequentemente, na visão de mundo científica, nos métodos científicos de investigação, na natureza da iniciativa científica, nas funções da matemática e dos processos matemáticos, na conexão entre ciência e tecnologia, nos princípios da tecnologia em si e na conexão entre tecnologia e sociedade. Além disso, o relatório inclui recomendações sobre temas comuns que permeiam a matemática, a tecnologia e as ciência e que, de acordo com os *Parâmetros*, transcendem as fronteiras disciplinares (por exemplo, sistemas, modelos, estabilidade, padrões de mudança, evolução e escala)<sup>8</sup>. Recomendações sobre “alguns episódios na história do esforço científico [que] são de elevada significância para nossa herança cultural” (AAAS, 1989, p. 111) (por exemplo, o deslocamento da Terra do centro do Universo, a união de matéria e energia, tempo e espaço etc.) completam a base de conhecimento a ser dominada pelos indivíduos cientificamente letrados. A terceira forma pela qual as recomendações contidas nos *Parâmetros* refletem uma definição de letramento científico vasta e abrangente está relacionada a valores, atitudes e capacidades que os indivíduos cientificamente letrados deveriam possuir e demonstrar. Esses “hábitos da mente” são claramente explicados e incluem valores “inerentes à ciência, à matemática e à tecnologia; o valor social de ciência e tecnologia; o

---

<sup>8</sup> Para uma opinião relacionada a como as representações interconectadas de ciência, tecnologia, sociedade e história são apresentadas nos *Parâmetros*, ver Fourez (1989).

reforço dos valores sociais em geral; e as atitudes das pessoas diante suas próprias capacidades de entender ciência e matemática” (idem, p. 133), assim como habilidades particulares (isto é, habilidade computacional, habilidade de manipulação e observação, habilidade de comunicação e habilidade de resposta crítica). Essa perspectiva dividida em conhecimento e aprendizagem, assim como em formas de pensar e agir, então, possibilita aos indivíduos cientificamente letrados “lidar razoavelmente com problemas que muitas vezes envolvem evidência, considerações quantitativas, argumentos lógicos e incerteza” (idem, p. 13), não apenas com respeito a decisões envolvendo suas próprias vidas, mas também com respeito a questões que afetam as sociedades em geral (por exemplo, a avaliação do uso de novas tecnologias e suas implicações para o meio ambiente e a cultura).

Hazen e Trefil (1991) acreditam que há uma clara distinção entre *fazer* e *usar* ciência. No primeiro caso, o cidadão comum será capaz de fazer o que os cientistas fazem, como, por exemplo, “sequenciar uma seção de DNA” (Hazen & Trefil, 1991, p. xii). Na visão deles, no entanto, letramento científico diz respeito apenas ao segundo caso. Aqui o cidadão comum terá, por exemplo, conhecimento suficiente em biologia molecular para ser capaz de entender como novos avanços nesse campo ocorrem e quais são as prováveis consequências desses avanços para a família do cidadão. Portanto, eles definem letramento científico como “o conhecimento

necessário para entender questões públicas. Trata-se de uma mistura de fatos, vocabulário, conceitos, história e filosofia (idem, p. xii). Tal definição conceitual de letramento científico está ligada ao conceito de Hirsch (1987, p. 19) de “letramento cultural”, o qual ele descreve como “o oxigênio das relações sociais”. A premissa de Hirsch é que a comunicação efetiva entre duas partes (seja entre indivíduos ou grupos) requer uma estimativa de quanta informação relevante pode ser tida como certa na outra parte, pois esse suposto conhecimento reflete uma necessária familiaridade com a cultura dominante atual, seja em linguagem, história ou ciência. Uma reserva de conhecimento compartilhado – “letramento cultural” – é, portanto, importante em comunicação nacional, como, por exemplo, leitura de jornais e revistas, comunicação com políticos eleitos ou acompanhamento de debates sobre questões públicas. Hirsch e dois colaboradores identificaram aproximadamente 5.000 termos e frases que, na visão deles, tal como foi validado pelos revisores, constituem o conteúdo do letramento cultural nas ciências sociais e naturais (Hirsch, Kett & Trefil, 1988).

Hazen e Trefil (1990), além disso, acreditam que os indivíduos cientificamente letrados deveriam ser capazes de situar notícias do dia sobre ciência em um contexto significativo. Eles descrevem 18 princípios gerais de ciência que cobrem uma gama de tópicos do zero



absoluto ao raio-X<sup>9</sup>. A característica que distingue a concepção anterior de letramento científico é a ênfase no conhecimento em ciência requerido; isto é, a segunda dimensão de Miller para letramento científico.

Shamos (1995, p. 87) propôs uma concepção de letramento que consiste em três formas, “as quais são construídas uma sobre a outra em graus de sofisticação bem como em desenvolvimento cronológico do pensamento orientado para a ciência”. A primeira forma, “letramento científico cultural”, é aquela proposta por Hirsch (1987), que foi descrita acima. É a mais simples das três formas de letramento científico, e na visão de Shamos representa o nível de letramento científico apreendido pelos adultos mais escolarizados que acreditam ser razoavelmente letrados em ciência. A segunda forma, “letramento científico funcional”, requer que o indivíduo não apenas tenha um domínio de um vocabulário científico – um “léxico em ciência” – mas também que o indivíduo seja capaz de conversar, ler e escrever de maneira coerente em um contexto não técnico mas significativo (idem, p. 88). Uma diferença importante entre essas formas de letramento científico é que a primeira forma é passiva (por exemplo, o reconhecimento de termos base da ciência usados pela

---

<sup>9</sup> A lista de definições de Brennan (1992) de cerca de 650 termos e tópicos da ciência representa uma tentativa semelhante de fornecer o vocabulário necessário para seguir os debates públicos envolvendo questões relacionadas a ciência e tecnologia.

mídia), enquanto a segunda é mais ativa. Um indivíduo letrado cientificamente de maneira funcional deveria, portanto, ser não apenas capaz de ler e entender um artigo de jornal sobre ciência, mas também de comunicar a substância daquele relato para terceiros. A terceira forma e nível de letramento científico, “verdadeiro letramento científico”, é a mais difícil de alcançar e envolve, além das formas anteriores, também saber algo sobre o empreendimento científico. Tal indivíduo:

... é ciente de alguns dos principais esquemas conceituais (as teorias) que formam as bases da ciência, como se chegou a eles e porque eles são amplamente aceitos, como a ciência alcança ordem de um universo aleatório e o papel da experimentação em ciência. Esse indivíduo também aprecia os elementos da investigação científica, a importância das perguntas apropriadas, do raciocínio analítico e dedutivo, dos processos de pensamento lógico e da dependência de evidências objetivas (Shamos, 1995, p. 89).

Shamos admitiu que esse é um nível difícil e trabalhoso de se obter e que o verdadeiro letramento científico está, provavelmente, fora do alcance da maioria dos membros da sociedade – como no caso da maioria dos conhecimentos altamente especializados<sup>10</sup>.

Uma perspectiva de letramento científico diferente daquelas encontradas até agora é apropriadamente descrita como “ciências

---

<sup>10</sup> Para uma visão relacionada à diferença de conhecimento entre especialistas e não especialistas nos campos acadêmicos devido ao nível de especialização em ciência, ver Le’vy-Leblond (1992).

para fins sociais específicos”. Ela representa uma visão funcional do letramento científico, na qual os sentidos e usos sociais que a ciência tem para os membros do público adulto são explorados (Layton *et al*, 1986). Essa interpretação de letramento científico sustenta que os membros do público adulto não são “consumidores” passivos de ciência, mas que conhecimento científico “usável” geralmente precisa ser retrabalhado e contextualizado (Layton *et al*, 1993). “O conhecimento científico não é recebido de forma impessoal, como o produto de competência incorpórea, mas vem como parte da vida, entre pessoas reais, com reais interesses, em um mundo real” (Ziman, 1991, p. 104). Como o público percebe e usa o conhecimento científico, portanto, está não apenas relacionado ao entendimento do público do conteúdo formal de conhecimento científico e dos métodos e processos da ciência, mas também com “as formas de incorporação institucional, financiamento, organização e controle do conhecimento científico” (Wynne, 1992, p. 42).

Questões levantadas por essa interpretação particular de letramento científico, assim como aquelas levantadas pelas outras definições de letramento científico descritas acima, estão relacionadas com a natureza do conceito, o propósito do letramento científico e como o letramento científico deveria ser medido. Cada uma dessas questões será agora discutida separadamente.

## A natureza do conceito

Para descrever e analisar como as várias definições e interpretações de letramento científico impactam na noção geral de letramento científico, segue uma tentativa de esquema resumo.

### Classificação das várias interpretações do conceito de letramento científico de acordo com três interpretações implícitas da palavra “letrado”

Autor	“Instruído”	“Competente”	“Capaz de agir minimamente como consumidor e cidadão”
Snow (1962)	X		
Shen (1975a, 1975b)			
Letramento científico prático			X
Letramento científico cívico			X
Letramento científico cultural	X		
Categorias de Branscomb (1981)	X		X
Miller (1983)			X
Arons (1983)	X		
Hirsch (1987)		X	
Ciência para Todos os Americanos (AAAS, 1989)		X	X
Hazen e Trefil (1991)		X	
Shamos (1995)			
Letramento científico cultural		X	
Letramento científico funcional		X	
Letramento científico verdadeiro	X		
Layton et al. (1986, 1993)			X

Esse esquema fornece uma estrutura que destaca características comuns e implícitas das definições de letramento científico previamente propostas. A estrutura é baseada em diferentes interpretações da palavra “letrado”, bem como na natureza do conhecimento implícito em cada definição. Essa abordagem de classificar diferentes definições de letramento científico é emprestada do trabalho de Venezky (1990) sobre letramento em geral.

O termo “letramento” é normalmente interpretado como a capacidade de ler e escrever. No entanto, extensões desse termo para, por exemplo, letramento digital, letramento cultural, letramento político e, claro, letramento científico, sugerem que os aspectos semânticos desse termo são muito importantes em tais extensões. Embora os autores geralmente usem o termo “letramento” em seu sentido descritivo, é o sentido valorativo do termo – o domínio de um corpo de conhecimento – que possibilita a compreensão do significado pretendido.

A palavra *letrado* deriva do termo latino *litteratus* e, como apontaram Kintgen (1988) e Venezky (1990), o nível de capacidade de um *litteratus* tem mudado ao longo dos séculos. O sentido clássico, inicial, da palavra no período de Cícero não descrevia uma pessoa que podia ler em latim, mas aquele que era instruído. O *Dicionário Oxford de Inglês* (1989, v. 3, p. 604) define “competente” como “adequado ou suficiente em qualidade ou grau”, e esse termo, portanto descreve

um nível intermediário de capacidade entre a maestria e a falta de domínio. O terceiro uso de letrado é tirado de Miller (1989, p. 4), que na discussão da natureza relativa de letramento, o define como “o nível mínimo aceitável de conhecimento ou habilidades necessárias para atuar em certo conjunto de papéis em uma sociedade específica”. Os papéis que ele selecionou como importantes no contexto do letramento científico em uma sociedade contemporânea foram aqueles para um consumidor e cidadão.

Dez das 12 definições e interpretações de letramento científico descritas na seção anterior foram classificadas pelo uso das três interpretações da palavra “letrado” (Tabela 1). As duas definições do conceito baseadas em critérios de indivíduos cientificamente letrados compiladas da literatura (isto é, aquelas de Pella *et al* [1996] e Showalter [1974]) foram excluídas, pois essas definições não expressam o contexto em que os autores originais identificaram os critérios.

Para que fosse possível colocar as várias interpretações de letramento científico em uma ou outra categoria de letrado, um critério adicional de classificação foi necessário para que pudessem ser feitas mais distinções significativas. Esses critérios estavam relacionados a como os atributos de letramento científico propostos seriam usados. Ao passar pelas categorias de letrado, indo do “instruído” a “capaz de agir na sociedade”, uma ênfase cada vez maior é colocada em ser capaz de realizar uma tarefa com os

atributos de letramento científico adquiridos e em ser capaz de usar esses atributos para lidar com a vida diária.

Definições que incluem habilidades difíceis e intelectuais como sendo parte do letramento científico mas não requerem uma finalidade explicitamente declarada para a aquisição dessas habilidades (por exemplo, as formas de letramento científico funcional e verdadeiro de Shamos, o letramento científico cultural de Shen, as habilidades intelectuais de Arons) foram, portanto, colocadas na categoria instruídos. Essas interpretações parecem ser propostas apenas pelo valor intelectual de ser cientificamente letrado. Por outro lado, quando foi sugerido um contexto no qual um indivíduo cientificamente letrado precisava operar (por exemplo, o “oxigênio do intercurso social” de Hirsch), ou se fosse requerida uma atividade específica a ser realizada (por exemplo, ler artigos de jornal relacionados à ciência, resolver problemas práticos relacionados a alimentação, saúde e habitação, ou pensar crítica e independentemente para lidar de forma sensível com problemas envolvendo evidência, considerações quantitativas, argumentos lógicos etc.), então o conceito foi colocado na categoria competente. Competente, nesse caso, refere-se ao grau de habilidade para realizar tais tarefas.

Enquanto o letramento profissional em ciência de Branscomb (1981) se encaixa na categoria instruído, os outros letramentos científicos propostos (universal, tecnológico etc.) se encaixam na

terceira categoria. Essa última categoria era usada se a definição sugerida exigisse que o indivíduo cientificamente letrado desempenhasse um determinado papel na sociedade, tal como, por exemplo, o de um consumidor (por exemplo, o letramento científico prático de Shen) ou cidadão (o letramento científico cívico de Shen). O conceito de letramento científico usado nos *Parâmetros* claramente cai nessa categoria, uma vez que o letramento científico é defendido para que o “potencial de melhoria de vida através da ciência e da tecnologia” (AAAS, 1989, p. 13) seja utilizado em melhores tomadas de decisão no nível dos indivíduos (por exemplo, para evitar que os cidadãos se tornem presas fáceis dos “dogmáticos ... [e] artistas enganadores”), assim como no nível da sociedade e das nações em geral (por exemplo, desenvolvendo soluções efetivas para problemas globais e locais; respeito inteligente pela natureza, sem o qual há o perigo de destruição imprudente do sistema de suporte à vida na Terra). O tipo de letramento científico adotado pelos defensores da ciência para fins sociais específicos também está acomodado na terceira categoria. Indivíduos cientificamente letrados, nessa interpretação de letramento científico, desempenham um papel específico na sociedade, a saber o de cidadãos e consumidores, e pressupõe-se que tais cidadãos e consumidores precisam do conhecimento científico, e o *usam*, em uma ampla variedade de contextos sociais que afetam seu bem-estar pessoal ou econômico (por exemplo, nutrição, saúde, uso de energia).



É interessante que uma “diferença fundamental entre as abordagens medieval e moderna para o letramento é que as avaliações medievais concentravam-se em casos de habilidade máxima ... enquanto os avaliadores modernos medem a difusão de habilidades mínimas entre as massas” (Clanchy, 1979, p. 183). Os diferentes usos implícitos de letrado nas várias definições de letramento científico refletem essa mudança na ênfase.

Em geral, duas características do esquema resumo de diferentes definições de letramento científico podem ser identificadas. A primeira é relacionada com a natureza relativa ou absoluta do conceito de letramento científico. As três categorias de letrado mencionadas acima diferem com respeito a como é definido o corpo de conhecimento proposto para ser dominado. Na categoria instruído, o conteúdo de ciência e habilidades intelectuais requeridos são definidos com referência ao corpo de conhecimento existente e a forma de pensamento nas ciências naturais, e, portanto, é definido em sentido absoluto. A categoria competente, de maneira similar, é definida em um sentido absoluto, já que as definições de letramento científico nessa categoria dependem de uma reserva compartilhada de conteúdo de conhecimento específico em ciência. Na categoria capaz de agir em sociedade, por outro lado, as habilidades de letramento científico requeridas são definidas com relação a agir de maneira efetiva na sociedade; isto é, de modo relativo à sociedade.

Para deixar mais clara a noção de letramento científico, é preciso estender-nos brevemente na distinção geral entre relativo e absoluto. À primeira vista, uma definição absoluta de letramento científico talvez seja atraente, por implicar um conjunto de conhecimento em ciência, habilidades e atitudes diante da ciência que seriam, esperançosamente, comuns a todos os indivíduos. Embora seja possível imaginar que tal conjunto exista, ele seria muito difícil de identificar, dada a variedade de sistemas sociais e econômicos que existem no mundo. A noção de uma definição absoluta de letramento científico é, portanto, uma ideia pouco prática. Para todas as intenções e propósitos, o letramento científico depende do contexto em que se pretende operar, e “é intrinsecamente relativo à sociedade em que é usado” (Miller, 1989, p. 4). Se aceita-se que o letramento científico é essencialmente um conceito definido socialmente, conclui-se que o conceito varia de acordo com os diferentes períodos de tempo (por exemplo, períodos pré e pós nuclear), regiões geográficas (por exemplo, economias locais de indústria pesada e baseadas em agricultura), e comunidades ou condições sociais (por exemplo, suburbana e informal ou alta densidade de habitação).

A segunda característica do esquema resumo é a extensão do envolvimento na sociedade e com a sociedade. Concepções de letramento científico na categoria instruído não especificam envolvimento e parecem operar em um vácuo social, enquanto

definições na categoria competente requer pelo menos alguma forma de interação (por exemplo, habilidade de comunicar sobre questões científicas). Definições com respeito ao terceiro sentido de letrado requerem que o indivíduo cientificamente letrado use ciência para desempenhar uma função na sociedade. A finalidade para a qual o letramento científico é defendido, portanto, é importante e as razões sugeridas para promover o letramento científico são discutidas na seção seguinte.

### **Por que o letramento científico é importante?**

Parece haver um amplo consenso de que o letramento científico é “uma coisa boa”, ainda que muitas vezes exista apenas uma compreensão tácita das razões para defender o letramento científico. Nesta seção, serão listados alguns argumentos comuns que têm sido sugeridos a favor do letramento científico. Esses argumentos para promoção do letramento científico, os quais são baseados em Thomas e Durant (1987) e Shortland (1988), salvo se indique o contrário, podem ser agrupados essencialmente em uma macro e uma micro visão. A primeira se relaciona com os supostos benefícios que se acumulam para a nação, a ciência ou a sociedade, enquanto a segunda se relaciona com a melhoria de vida dos indivíduos. Cada grupo de argumentos é descrito agora em sequência.

**Visão macro** – A primeira razão comum para defender o letramento científico tem a ver com a conexão entre letramento científico e bem-estar econômico de uma nação. Argumenta-se que a riqueza nacional depende da competição bem sucedida nos mercados internacionais. A competitividade internacional, por sua vez, precisa, entre outras coisas, de um vigoroso programa de pesquisa e desenvolvimento para, primeiro, manter ou ganhar terreno na corrida mundial por novos produtos de alta tecnologia, no caso dos países em desenvolvimento. Subjacente a esse programa de pesquisa e desenvolvimento está uma oferta constante de cientistas, engenheiros e pessoal tecnicamente treinado. Somente nações cujos cidadãos possuem um nível apropriado de letramento científico serão capazes de sustentar essa oferta. Além desse argumento, há a visão de que o letramento científico irá capacitar os indivíduos a participar de maneira mais inteligente no setor produtivo da economia. O letramento científico deve ser visto, portanto, como uma forma de capital humano que influencia o bem-estar econômico de uma nação em diferentes formas.

O segundo argumento, aliado às perspectivas econômicas, sugere que níveis mais altos de letramento científico entre a população se traduzem em maior apoio à ciência em si. Isso ocorreria porque um número maior de novos estudantes seria atraído para a ciência e porque “geralmente sugere-se que o apoio público à ciência depende de pelo menos um nível mínimo de conhecimento geral

sobre o que os cientistas fazem” (Shortland, 1988, p. 307). A menos que o público geral valorize o que os cientistas estão tentando alcançar, é improvável que a ciência seja apoiada financeiramente com recursos públicos. Por isso, Couderc (1971) (citado em Shortland, 1988, p. 307) defende o conhecimento em si como um “antídoto para a oposição à ciência”.

Uma terceira forma pela qual a própria ciência pode se beneficiar com a promoção de maior letramento científico está ligada às expectativas do público em relação à ciência. Quanto mais o público entende sobre os objetivos, processos e capacidades da ciência, menor a probabilidade de o público adquirir expectativas irrealistas e inalcançáveis pela ciência. Enquanto expectativas irrealistas podem levar à perda de confiança na ciência e, eventualmente, corte de financiamento, níveis elevados de letramento científico podem neutralizar esse potencial desencantamento pela ciência.

Relacionado ao apoio do público à ciência está, evidentemente, o direito do público de influenciar o processo de política científica. O relatório da Real Sociedade de Londres sobre A Percepção Pública da Ciência afirma que um público cientificamente letrado poderia “aumentar significativamente a qualidade das tomadas de decisão públicas, não porque as decisões ‘certas’ poderiam então ser tomadas, mas porque as decisões tomadas sob a luz de um entendimento adequado das questões são mais prováveis

de serem melhores do que decisões tomadas na ausência de tal entendimento” (Royal Society, 1985, p. 9). Os cidadãos também têm um interesse legítimo em ciência, já que uma grande parte da ciência é financiada com recursos públicos e os produtos da pesquisa científica e tecnológica terão, inevitavelmente, uma influência em muitos aspectos da vida pública e privada. O elevado letramento científico dos cidadãos:

pode ser pensado para promover tomadas de decisão mais democráticas (pelo encorajamento das pessoas a exercer seus direitos democráticos), as quais podem ser vistas como um bem em si mesmo; mas além disso, pode ser pensado para promover tomadas de decisão mais efetivas (pelo encorajamento das pessoas a exercer seu direito democrático *de maneira sensata* [grifo de Laugksch]) (Thomas & Durant, 1987, p. 5-6).

Prewitt (1983) apoia esse argumento e reforça que cidadãos cientificamente “perspicazes” ajudam a fortalecer a prática democrática nas sociedades com uma base técnica e científica através de um envolvimento significativo e engajamento em processos políticos, tomadas de decisão públicas e mudança social.

O último argumento, operando no nível das relações dentro da sociedade, refere-se à relação entre ciência e cultura. Thomas e Durant (1987) afirmam que a saúde geral de uma nação na qual a ciência é praticada depende da efetiva integração da ciência na cultura mais ampla. A ciência é geralmente vista pelo público como

símbolo de especialização e tecnicidade e, portanto, pode apartar-se dos bens culturais comuns por causa desse processo de fragmentação. O isolamento da ciência da cultura mais ampla pode resultar em o público geral não entender apropriadamente a ciência e, como consequência, os cidadãos reagem à ciência com uma mistura de adoração e medo. O elevado letramento científico do público poderia, portanto, neutralizar essa imagem “endeusada” de ciência.

A macro visão dos argumentos a favor da promoção do letramento científico inclui, portanto, benefícios para as economias nacionais, para a própria ciência, para as políticas científicas e as práticas democráticas, assim como para a sociedade como um todo.

**Micro visão** – Mudando para os benefícios diretos do letramento científico para os indivíduos, tem sido sugerido que o elevado entendimento de ciência e tecnologia é vantajoso para qualquer um que viva em uma sociedade dominada por ciência e tecnologia. Cidadãos mais sábios, argumenta-se, são capazes de negociar melhor seu caminho através da sociedade em que vivem:

decisões pessoais sobre, por exemplo, dieta, tabagismo, vacinação, programas de prevenção ou segurança em casa e no trabalho, deveriam todas ser ajudadas por algum entendimento subjacente de ciência. Uma maior familiaridade com a natureza e as descobertas da ciência também irão ajudar o indivíduo a opor-se à informação pseudocientífica.

Um público desinformado é muito vulnerável a ideias enganosas sobre, por exemplo, dieta ou medicina alternativa (Royal Society, 1985, p. 10).

O letramento científico difundido entre a população, segue o argumento, poderia, portanto, resultar em cidadãos sentindo-se mais seguros e competentes para lidar com questões relacionadas a ciência e tecnologia, à medida em que surjam no curso da vida diária.

Relacionada a essa área bastante importante de benefícios individuais para os cidadãos está a questão do emprego. As economias estão se tornando mais “baseadas em conhecimento”, a qualidade dos recursos humanos está cada vez mais sendo vista como o ativo econômico mais importante das sociedades modernas baseadas em ciência e tecnologia. Indivíduos cientificamente letrados podem, portanto, estar em uma posição favorável para explorar novas oportunidades de emprego e ser capazes de levar plena vantagem de desenvolvimentos técnicos em seus locais de trabalho.

O próximo conjunto de argumentos está intimamente ligado e diz respeito aos benefícios intelectuais, estéticos e morais do letramento científico para os indivíduos. É comumente aceito que o conhecimento de ciência é um indicativo importante do que significa ser uma pessoa instruída no século XX, e que “ciência é uma iniciativa capacitadora e enobrecedora” (Shortland, 1988, p. 310). Snow (1962, p. 14) expressa pontualmente isso quando diz que “o edifício científico do mundo físico ... em sua profunda e intelectual



complexidade e articulação, [é] o mais belo e maravilhoso trabalho coletivo da mente humana”. A promoção do letramento científico, portanto, contribui para a promoção da própria cultura intelectual. Aliado ao argumento anterior está o argumento estético que sugere que “a ciência é a atividade distintamente criativa da mente moderna” (Shortland, 1988, p. 310). A ciência tem sido descrita de maneira eloquente como “a catedral desse século ... [e] a arte desse século” (idem, ibidem), e o argumento estético afirma que a ciência é tão central para uma mente verdadeiramente culta quanto a literatura, a música e as artes dramáticas. Esse argumento, portanto, sugere que devemos defender o letramento científico pelas “mesmas razões que conservamos belas construções e pinturas. Sem o conhecimento de ciência ... a vida valeria bem menos a pena ser vivida” (idem, ibidem). Por fim, há o argumento ético que sugere que “as normas internas ou valores da ciência estão de tal forma acima daqueles da vida cotidiana que a transferência deles na cultura mais ampla sinalizaria um maior avanço na civilização humana” (idem, p. 311). O que está sendo sugerido é que o letramento científico difundido resultaria em um melhor e mais profundo entendimento das normas e valores da ciência, os quais “deixariam as pessoas não apenas mais sábias como melhores” (Shortland, 1988, p. 311).

Em resumo, há diversas razões, portanto, para promoção do letramento científico, tanto para o bem comum quanto individual. A lista de argumentos gerais expressa acima, porém, pode pintar um

retrato um tanto demasiadamente ordenado e simplista de um conceito complexo, por poder existir e de fato existir sobreposição entre vários argumentos. Por exemplo, os interesses da ciência e a efetiva integração da ciência na cultura mais ampla estão conectados. Da mesma forma, como apontaram Thomas e Durant (1987), os interesses dos indivíduos e aqueles das economias nacionais podem se sobrepôr em um grau significativo. A natureza dessa sobreposição é, na opinião de Garrison e Lawwil (1992), problemática, e os leva a expressar forte resistência contra fazer da competitividade econômica o fim do ensino de ciência no terreno moral. A finalidade para promover o letramento científico é, portanto, não apenas dependente dos benefícios imaginados a resultar desse letramento, mas é também influenciada por considerações ideológicas e filosóficas, como, por exemplo, “visões divergentes de que tipo de sociedade nós somos e que tipo de sociedade queremos ser” (Kaestle, 1990, p. 66).

## **Formas de medir o letramento científico**

Dadas as diferentes interpretações de letramento científico com respeito à definição do conceito, sua natureza e os propósitos para promovê-lo, não é surpreendente que existam também diferenças na maneira pela qual o letramento científico é medido. Acima foi feita uma distinção entre o público e os interesses de pelo

menos três diferentes grupos envolvidos no letramento científico, a saber (a) pesquisadores da sociologia da ciência ou educadores científicos com abordagem sociológica para o letramento científico; (b) cientistas sociais e pesquisadores de opinião pública; e (c) educadores científicos. Diferenças na maneira de medir o letramento científico são evidentes pelas metodologias usadas por esses grupos de interesse.

**Abordagem sociológica** – A abordagem sociológica para investigar o letramento científico tem sido diversamente chamada de “ciência para fins sociais específicos” (Layton *et al*, 1986), “modelo do contexto” (Ziman, 1992) ou “modelo interativo” (Layton *et al*, 1993). Dentro desse contexto de mensuração, argumenta-se que importa consideravelmente se o desenho dos instrumentos [para medir o letramento científico] é baseado no quanto os indivíduos compartilham a visão dos cientistas sobre o mundo natural (isto é, o ponto de vista dos “iniciados” [Ziman, 1984, p. 184]), ou se o instrumento usado para medir o letramento científico é baseado no que um cidadão precisa saber (isto é, o ponto de vista dos “excluídos” (idem, *ibidem*) para lidar de maneira eficaz em uma sociedade baseada em ciência e tecnologia (Layton *et al*, 1986). Como o propósito da abordagem sociológica para o letramento científico é identificar e descrever uma gama de possíveis interações entre o conhecimento que as pessoas têm de situações envolvendo ciência e

aquele conhecimento que emana da própria ciência, essa abordagem necessariamente emprega estudos interpretativos, contextuais e em pequena escala para descrever o letramento científico de adultos. Os principais métodos de obtenção de dados para essa abordagem qualitativa são estudos de caso usando observação participativa, painel de entrevistas longitudinais, entrevistas aprofundadas e estruturadas e questionários locais com questões específicas.

**Pesquisadores de opinião pública** – A abordagem feita por cientistas sociais e pesquisadores de opinião pública na mensuração do letramento científico difere substancialmente da abordagem apontada acima e tem sido chamada de “modelo de déficit” pelos defensores da abordagem sociológica (Ziman, 1991). Os cientistas sociais estão essencialmente interessados em descrever e comparar tendências com respeito a, por exemplo, aquisição de conhecimento específico de ciência, atitudes diante da ciência e apoio à ciência entre uma amostra representativa da população. Esses pesquisadores, portanto, usam amostras de larga escala, questões padronizadas e técnicas de enquete para obter seus dados. O trabalho de Jon Miller tem sido particularmente influente nessa estrutura particular de pesquisa.

O artigo de Miller (1983) propondo um caráter particular e multidimensional para o letramento científico marcou uma importante consolidação desse conceito na época. Além disso, o

modelo de letramento científico de Miller, com “três dimensões constitutivas”, forneceu uma definição de letramento científica suficientemente específica e delimitada para esse conceito ser medido de uma maneira composta. Embora “o estudo empírico da percepção pública da ciência [nos Estados Unidos] tenha começado com uma enquete nacional em 1957 com americanos adultos” (Miller, 1992, p. 23), a enquete de 1979 dos Indicadores de Ciência e Engenharia dos Estados Unidos, segundo sugere Miller, inclui pela primeira vez itens de todas as três dimensões de letramento científico e, portanto, permite a primeira construção de uma medida desse conceito. Medidas de todas as três dimensões de letramento científico têm sido incluídas em todas as enquetes bianuais subsequentes dessa natureza nos Estado Unidos. Além disso, o modelo de letramento científico de Miller, com “três dimensões constitutivas”, tem formado a base de quase todos os estudos nacionais e transnacionais do letramento científico de adultos realizados na última década ou mais.

Ao resumir os resultados de um importante programa de pesquisa sobre letramento científico conduzido em resposta ao relatório sobre a Percepção Pública da Ciência (Royal Society, 1985), Ziman (1991, p. 101) afirmou que o modelo de déficit, o qual tenta interpretar o conhecimento de ciência apreendido pelos indivíduos simplesmente em termos do que eles *não* sabem, não era “uma plataforma analítica adequada para muitos dos resultados da nossa

pesquisa”. Durant, Evans e Thomas (1992, p. 162-163) identificaram três princípios de objeção ao modelo de déficit. Os críticos afirmam que esse modelo: (a) “deturpa a própria ciência retratando-a como um corpo de conhecimento não problemático”; (b) “omite o fato de que boa parte do conhecimento científico é tanto distante quanto em grande medida irrelevante para a vida cotidiana”; e (c) é explicitamente ou implicitamente normativo, isto é, “o modelo incorpora o juízo de valor específico de que a percepção científica é inerentemente boa”. Ao refutar essas afirmações, Durant *et al* (1992, p. 193) defendem que enquanto boa parte do conhecimento científico é problemática e contestada, boa parte também não é. E enquanto eles admitem que muitos indivíduos são ignorantes sobre assuntos fora de sua esfera profissional ou imediata e de seu interesse pessoal, argumentam que “isso não significa que é irrealista ou imprudente aspirar a um nível de educação universal no qual todos possuam pelo menos algum conhecimento elementar de uma série de assuntos como um todo”, incluindo ciência. Finalmente, questionam, todo mundo com pontuação baixa ou ruim é automaticamente marcado como inferior? Citando Gould (1981), eles respondem:

De maneira alguma. Vale lembrar que o psicólogo francês Alfred Binet criou o teste de QI para identificar aqueles alunos que estariam precisando mais de assistência educacional. Depois, as pontuações de QI foram amplamente usadas para

identificar os especialmente bem-dotados. Com certeza, a psicometria pode ser usada para direcionar recursos de diversas formas diferentes; mas o exemplo do próprio Binet demonstra que não há nada necessariamente prejudicial no desejo de descobrir o quanto os indivíduos vão bem em qualquer área particular da realização educacional ou científica (Durant *et al*, 1992, p. 164).

Mas eles admitem que o modelo de déficit não é talhado para lidar com todos os aspectos da relação entre ciência e o público. Esse, então, é o ponto essencial: as abordagens para medir o letramento científico deveriam ser apropriadas às metas e aos objetivos do estudo. Não é simplesmente uma questão de qual abordagem é melhor ou pior, mas uma questão de qual abordagem é mais talhada para descobrir o que se quer descobrir!<sup>11</sup> Um ponto a mais é que as abordagens do contexto e do déficit para medir o letramento científico têm limitações, e a escolha de uma ou de outra plataforma de pesquisa representa perdas e ganhos de informação como, por exemplo, entre a profundidade de percepção de ciência investigada em indivíduos e a cobertura da população alvo desejada. Dado um conjunto particular de circunstâncias, pode ser preferível obter um ou outro tipo de informação. Outros fatores que precisam ser pesados quase sempre incluem custos de pesquisa, pessoal disponível, o cronograma do estudo e a amplitude de conhecimento em ciência a ser investigado.

---

<sup>11</sup> A esse respeito, lembra-se o debate geral sobre a maior adequação dos métodos de pesquisa quantitativos ou qualitativos nas ciências sociais.

**Educadores científicos** – Embora o sentido composto (isto é, a natureza multidimensional) de letramento científico tenha sido amplamente reconhecido, os pesquisadores da educação científica, essencialmente, não têm medido o conceito de uma maneira composta. Medições das dimensões individuais (por exemplo, a natureza da ciência, conteúdo de conhecimento científico, atitudes diante da ciência, o impacto de ciência e tecnologia na sociedade etc.), portanto, também foram usadas e referidas como medidas de letramento científico. Muitos trabalhos têm sido claramente colocados em prática pela comunidade de ensino de ciências ao estabelecer separadamente a visão e o conhecimento dos estudantes em cada uma das dimensões de letramento científico, e a referência é feita aqui apenas a um pequeno número de revisões desses enfoques de pesquisa.

Como é de se esperar, a dimensão de letramento científico que considera o conteúdo de conhecimento em ciência tem sido, particularmente, de entusiasmado interesse para professores de ciências, uma vez que a avaliação das concepções dos estudantes de vários conceitos importantes em ciência é vital para grande parte do ensino e aprendizagem das ciências. Particularmente na identificação e avaliação de equívocos ou estruturas alternativas, a literatura de pesquisa agora é considerável. No entanto, uma revisão das técnicas usadas para investigar o entendimento dos conceitos em ciência está além do escopo deste estudo.



As concepções individuais da natureza da ciência, segunda dimensão de letramento científico de Miller (1983), foram revistas de forma abrangente por Lederman (1992) e Meichtry (1993). A avaliação das percepções dos estudantes nessa área não começa antes dos anos 1950, mas desde então um vasto corpo de literatura foi estabelecido nesse campo. Alguns instrumentos foram desenvolvidos para investigar aspectos particulares da percepção dos estudantes sobre a natureza da ciência, dentre os quais os mais amplamente conhecidos são provavelmente o *Teste sobre Percepção de Ciência* de Cooley e Klopfer (1961), *Alcance da Natureza da Ciência* de Kimball (1967/68), e *Alcance da Natureza do Conhecimento Científico* de Rubba e Anderson (1978). Todos os três testes empregaram um vasto número de itens baseados tanto em enquetes da literatura corrente de então sobre ciência e história e filosofia da ciência (os dois primeiros), quanto nos trabalhos mais recentes sobre letramento científico (o último).

A natureza da ciência está associada com a terceira dimensão de letramento científico de Miller (isto é, o impacto de ciência e tecnologia na sociedade) através de conteúdos como, por exemplo, a epistemologia da ciência e seu contexto social. Essa terceira dimensão está intimamente ligada com o movimento Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS), o qual enfatiza uma abordagem holística de resolução de problemas para o ensino de ciência e tenta lidar com questões sociais e tecnológicas atuais de impacto na sociedade.

Nesse campo de pesquisa, Aikenhead e Ryan (1992) criaram um sofisticado instrumento, *Visões sobre Ciência-Tecnologia-Sociedade*, que monitora a visão dos estudantes sobre uma vasta gama de tópicos CTS: ciência e tecnologia, a influência recíproca de ciência na sociedade e na tecnologia, a influência da ciência escolar na sociedade, características dos cientistas, a construção social do conhecimento científico e da tecnologia e a natureza do conhecimento científico.

Assim, apesar do considerável corpo de pesquisa com foco na avaliação separada das dimensões de letramento científico, poucas medições compostas de todas as três, até onde eu sei, foram realizadas e publicadas na última década. Exceções são, primeiro, Lord e Rauscher (1991), que basearam seu curto questionário de letramento científico em informação contida nos materiais didáticos de ciência da vida dos ensinos fundamental e médio; segundo, Cannon e Jinks (1992), que usaram uma abordagem de “letramento cultural” para avaliar o letramento científico; e, terceiro, Laugksch e Spargo (1996a, 1996b), que construíram um *Teste de Letramento Científico Básico* com 110 itens baseados em capítulos selecionados de *Ciência para Todos os Americanos* (AAAS, 1989). Esse instrumento de teste foi especificamente desenhado para estudantes egressos do ensino médio e iniciando o ensino superior<sup>12</sup>.

---

<sup>12</sup> Os resultados de uma enquete de letramento científico na África do Sul, na qual esse teste foi usado, são relatados em Laugksch e Spargo (1999).

Essa revisão do conceito de letramento científico não foi levada adiante apenas da perspectiva da comunidade dos profissionais de ensino de ciência, mas também incluiu os pontos de vista da comunidade de pesquisa mais ampla interessada nesse importante conceito. As diversas posições, descrições e interpretações foram integradas em uma revisão conceitual útil de letramento científico que destaca importantes aspectos desse conceito. Essa revisão, portanto, fornece um entendimento mais completo dos vários fatores que contribuem para o conceito de letramento científico e deixa clara a relação entre esses fatores, dando, assim, origem a uma conceitualização mais refinada e focada de letramento científico.

Além disso, a revisão mostra claramente que subjacentes ao termo letramento científico, enganosamente simples, estão algumas diferentes – muitas vezes tácitas – pressuposições, interpretações, concepções e perspectivas do que o termo significa, o que a introdução do conceito deveria alcançar, e como ele é constituído. Não é surpresa, portanto, que o conceito de letramento científico seja muitas vezes visto como difuso, mal definido e difícil de medir. Pareceria prudente, portanto, para membros da comunidade de pesquisa, esclarecer sua(s) posição(ões) a respeito dos fatores relevantes de letramento científico ao discutir esse conceito. Tal medida pode não necessariamente resultar em argumentos sobre letramento científico que sejam mais proveitosos e menos calorosos,

mas eles certamente serão menos frustrantes. Pelo menos em teoria, maçãs podem então ser comparadas com maçãs e não com uma completa mistura de outras frutas. Tal consequência pode apenas beneficiar o conceito de letramento científico e, assim, o ensino de ciência em geral.

## Referências bibliográficas da Segunda Parte

- Agin, M. L. "Education for scientific literacy: A conceptual frame of reference and some applications". *Science Education*, 58(3), 403–415, 1974.
- Ahlgren, A., & Boyer, C. M. "Visceral priorities: Roots of confusion in liberal education". *Journal of Higher Education*, 52(2), 173–181, 1981.
- Aikenhead, G. S., & Ryan, A. G. "The development of a new instrument: Views on Science–Technology–Society (VOSTS)". *Science Education*, 76(5), 477–491, 1992.
- American Association for the Advancement of Science [AAAS]. *Project 2061—Science for all Americans*. Washington, DC: AAAS, 1989.
- American Association for the Advancement of Science. *Benchmarks for science literacy*. New York: Oxford University Press, 1993.
- American Association for the Advancement of Science. *Resources for science literacy: Professional development*. New York: Oxford University Press, 1997.
- Anonymous. "Conference proceedings, edited paper collections, books and bibliographic sources on children's conceptions in science". *International Journal of Science Education*, 11(5), 597, 1989.
- Anonymous. "Common ground: Benchmarks and National Standards". *2061 Today*, 5(1), 1–3, 1995.
- Arons, A. B. "Achieving wider scientific literacy". *Daedalus*, 112(2), 91–122, 1983.
- Atkin, J. M., & Helms, J. "Getting serious about priorities in science education". *Studies in Science Education*, 21, 1–20, 1993.
- Baker, D. R. "A summary of research in science education—1989. Scientific literacy". *Science Education*, 75(3), 330–333, 1991.
- Bloch, E. "Basic research and economic health — the coming challenge". *Science*, 232(4750), 595–599, 1986.
- Branscomb, A. W. "Knowing how to know". *Science, Technology & Human Values*, 6(36), 5–9, 1981.
- Brennan, R. P. *Dictionary of scientific literacy*. New York: Wiley, 1992.
- Brickhouse, N. W., Ebert-May, D., & Wier, B. A. "Scientific literacy: Perspectives of school administrators, teachers, students, and scientists from an urban mid-Atlantic community". In A. B. Champagne, B. E. Lovitts, & B. J. Callinger, (Eds.), *This year in school science. Scientific literacy* (pp. 157–176). Washington, DC: AAAS, 1989.

Brooks, H. "Scientific literacy and the future labour force". In T. Husen & J. P. Keeves (Eds.), *Issues in science education* (pp. 19–32). Oxford: Pergamon Press, 1991.

Bybee, R. W., & Champagne, A. B. "The National Science Education Standards". *The Science Teacher*, 62(1), 40–45, 1995.

Cannon, J. R., & Jinks, J. "A cultural literacy approach to assessing general scientific literacy". *School Science and Mathematics*, 92(4), 196–200, 1992.

Carmichael, P., Driver, R., Holding, B., Twigger, D., & Watts, M. "Research on children's conceptions in science: A bibliography". Leeds, UK: Children's Learning in Science Research Group, Centre for Studies in Science and Mathematics Education, University of Leeds, 1990.

Champagne, A. B., & Klopfer, L. E. "Actions in time of crisis". *Science Education*, 66(4), 32–35, 1982.

Champagne, A. B., & Lovitts, B. E. "Scientific literacy: A concept in search of definition". In A. B. Champagne, B. E. Lovitts & B. J. Callinger (Eds.), *This year in school science. Scientific literacy* (pp. 1–14). Washington, DC: AAAS, 1989.

Champagne, A. B., & Newell, S. T. "Directions for research and development: Alternative methods of assessing scientific literacy". *Journal of Research in Science Teaching*, 29(8), 841–860, 1992.

Chen, D., & Novik, R. "Scientific and technological education in an information society". *Science Education*, 68(4), 421–426, 1984.

Clanchy, M. T. *From memory to written record*: England, 1066–1307. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1979.

Cooley, W. W., & Klopfer, L. E. *Test on understanding science*. Form W. Princeton, NJ: Educational Testing Service, 1961.

Couderc, P. "An antidote for anti-science". *Impact of Science on Society*, 21(2), 173–179, 1971.

DeBoer, G. E. *A history of ideas in science education*. New York: Teachers College Press, 1991.

Durant, J. R. (Ed.) *Museums and the public understanding of science*. London: Science Museum in association with the Committee on the Public Understanding of Science, 1992.

Durant, J. R. "What is scientific literacy?" In J. R. Durant & J. Gregory (Eds.), *Science and culture in Europe* (pp. 129–137). London: Science Museum, 1993.

Durant, J. R., Evans, G. A., & Thomas, G. P. "The public understanding of science in Britain: The role of medicine in the popular representations of science". *Public Understanding of Science*, 1(2), 161–182, 1992.

- Fourez, G. "Scientific literacy, social choices, and ideologies". In A. B. Champagne, B. E. Lovitts, & B. J. Callinger (Eds.), *This year in school science. Scientific literacy* (pp. 89–108). Washington, DC: AAAS, 1989.
- Gabel, L. L. *The development of a model to determine perceptions of scientific literacy*. Unpublished doctoral thesis, The Ohio State University, Columbus, OH, 1976.
- Garfield, E. "Science literacy. Part 2. Major research areas and recommendations for the future". *Current Contents*, 32(20), 3–11, 1988.
- Garrison, J. W., & Lawwill, K. S. "Scientific literacy: For whose benefit?" In S. Hills (Ed.), *The history and philosophy of science in science education*. Volume 1. Proceedings of the Second International Conference on the History and Philosophy of Science and Science Teaching (pp. 337–346). Kingston, Ontario, Canada: Mathematics, Science, Technology and Teacher Education Group and Faculty of Education, Queen's University, 1992.
- Gould, S. J. *The mismeasure of man*. New York: W. W. Norton, 1981.
- Graubard, S. R. "Nothing to fear, much to do". *Daedalus*, 112(2), 231–248, 1983.
- Hazen, R. M., & Trefil, J. *Science matters. Achieving scientific literacy*. New York: Anchor Books Doubleday, 1991.
- Hirsch, E. D., Jr. *Cultural literacy: What every American needs to know*. Boston: Houghton Mifflin, 1987.
- Hirsch, E. D., Kett, J. F., & Trefil, J. *The dictionary of cultural literacy*. Boston: Houghton Mifflin, 1988.
- Hlebowitsh, P.S., & Hudson, S. E. "Science education and the reawakening of the general education ideal". *Science Education*, 75(5), 563–576, 1991.
- Hurd, P. DeH. "Science literacy: Its meaning for American schools". *Educational Leadership*, 16, 13–16, 52, 1958.
- Jenkins, E. W. "Scientific literacy and school science education". *School Science Review*, 71(256), 43–51, 1990.
- Jenkins, E. W. "School science education: Towards a reconstruction". *Journal of Curriculum Studies*, 24(3), 229–246, 1992.
- Jenkins, E. W. "Scientific literacy". In T. Husen & T. N. Postlethwaite, (Eds.), *The international encyclopedia of education* (Volume 9, 2nd ed., pp. 5345–5350). Oxford, UK: Pergamon Press, 1994.
- Kaestle, C. F. "Policy implications of literacy definitions: A response". In R. L. Venezky, D. A. Wagner, & B. S. Ciliberti (Eds.), *Toward defining literacy* (pp. 63–68). Newark, DE: International Reading Association, 1990.
- Kalra, R. M. *Functional scientific literacy for neo-literates and rural youth*. New Delhi, India: Commonwealth Publishers, 1990.

- Kimball, M. E. "Understanding the nature of science: A comparison of scientists and science teachers". *Journal of Research in Science Teaching*, 5, 110–120, 1967/68.
- Kintgen, E. R. "Literacy". *Visible Language*, 1(2/3), 149–168, 1988.
- Kyle, W. C., Jr. "Scientific literacy: How many lost generations can we afford?" *Journal of Research in Science Teaching*, 32(9), 895–896, 1995a.
- Kyle, W. C., Jr. "Scientific literacy: Where do we go from here?" *Journal of Research in Science Teaching*, 32(10), 1007–1009, 1995b.
- Laetsch, W. M. "A basis for better understanding of science". In D. Evered, & M. O'Connor, (Eds.), *Communicating science to the public* (pp. 1–10). London: Wiley, 1987.
- Laugksch, R. C., & Spargo, P. E. "Development of a pool of scientific literacy test-items based on selected AAAS literacy goals". *Science Education*, 80(2), 121–143, 1996a.
- Laugksch, R. C., & 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*, 5(4), 331–359, 1996b.
- Laugksch, R. C., & Spargo, P. E. "Scientific literacy of selected South African matriculants entering tertiary education: A baseline survey". *South African Journal of Science*, 95(10), 427–432, 1999.
- Layton, D., Davey, A., & Jenkins, E. "Science for specific social purposes (SSSP): Perspectives on adult scientific literacy". *Studies in Science Education*, 13, 27–52, 1986.
- Layton, D., Jenkins, E., Macgill, S., & Davey, A. *Inarticulate science?* Nafferton, UK: Studies in Science Education, 1993.
- Layton, D., Jenkins, E., & Donnelly, J. *Scientific and technological literacy. Meanings and rationales. An annotated bibliography.* Leeds, UK: Centre for Studies in Science and Mathematics Education, University of Leeds, 1994.
- Lederman, N. G. "Students' and teachers' conceptions of the nature of science: A review of the research". *Journal of Research in Science Teaching*, 29(4), 331–359, 1992.
- Le'vy-Leblond, J.-M. "About misunderstandings about misunderstandings". *Public Understanding of Science*, 1(1), 17–21, 1992.
- Lewenstein, B. V. "Magazine publishing and popular science after World War II". *American Journalism*, 6(4), 218–234, 1989.
- Lewis, J. D. "Technology, enterprise, and American economic growth". *Science*, 215, 1204–1211, 1982.



Lord, T. R., & Rauscher, C. "A sampling of basic life science literacy in a college population". *The American Biology Teacher*, 53(7), 419–424, 1991.

Lucas, A. M. "'Info-tainment' and informal sources for learning science". *International Journal of Science Education*, 13(5), 495–504, 1991.

Maarschalk, J. "Scientific literacy through informal science teaching". *International Journal of Science Education*, 8(4), 353–360, 1988.

McRae, M. W. (Ed.) *The literature of science*. Perspectives on popular science writing. Athens, GA: University of Georgia Press, 1993.

Meichtry, Y. J. "The impact of science curricula on student views about the nature of science". *Journal of Research in Science Teaching*, 30(5), 429–443, 1993.

Miller, J. D. "Scientific literacy: A conceptual and empirical review". *Daedalus*, 112(2), 29–48, 1983.

Miller, J. D. "Scientific literacy in the United States". In D. Evered, & M. O'Connor (Eds.), *Communicating science to the public* (pp. 19–40). London: Wiley, 1987.

Miller, J. D. "Scientific literacy". Paper presented at the annual meeting of the American Association for the Advancement of Science, San Francisco, CA, 1989, February.

Miller, J. D. "Toward a scientific understanding of the public understanding of science and technology". *Public Understanding of Science*, 1(1), 23–26, 1992.

National Commission on Excellence in Education. *A nation at risk*. The full account. Cambridge, MA: USA Research, 1984.

National Research Council [NRC] *National Science Education Standards*. Washington, DC: National Academy Press, 1996.

National Science Board [NSB] *Science & Engineering Indicators—1991* (NSB 91-1). Washington, DC: U.S. Government Printing Office, 1991.

National Science Board *Science & Engineering Indicators—1993* (NSB 93-1). Washington, DC: U.S. Government Printing Office, 1993.

National Science Board *Science&Engineering Indicators—1996* (NSB 96-21). Washington, DC: U.S. Government Printing Office, 1996.

Nelkin, D. *Selling science: How the press covers science and technology* (rev. ed.). New York: Freeman, 1995.

Pella, M. O. "The place or function of science for a literate citizenry". *Science Education*, 60(1), 97–101, 1976.

Pella, M. O., O'Hearn, G. T., & Gale, C. G. "Referents to scientific literacy". *Journal of Research in Science Teaching*, 4, 199–208, 1966.

- Pfundt, H., & Duit, R. *Bibliography. Students' alternative frameworks and science education* (4th ed.). Kiel, Germany: IPN, 1994.
- Prewitt, K. "Scientific illiteracy and democratic theory". *Daedalus*, 112(2), 49–64, 1983.
- Quin, M. "Clone, hybrid or mutant? The evolution of European science museums". In J. R. Durant, & J. Gregory (Eds.), *Science and culture in Europe*. (pp. 195–201). London: Science Museum, 1993.
- Ramsey, J. "The science education reform movement: Implications for social responsibility". *Science Education*, 77(2), 235–258, 1993.
- Roberts, D. A. *Scientific literacy*. Towards a balance for setting goals for school science programs. Ottawa, ON, Canada: Minister of Supply and Services, 1983.
- Royal Society *The public understanding of science*. London: Royal Society, 1985.
- Rubba, P. A., & Anderson, H. O. "Development of an instrument to assess secondary school students' understanding of the nature of scientific knowledge". *Science Education*, 62(4), 449–458, 1978.
- Shamos, M. H. "A false alarm in science education". *Issues in Science and Technology*, 4(3), 65–69, 1988.
- Shamos, M. H. "Views of scientific literacy in elementary school science programs: Past, present, and future". In A. B. Champagne, B. E. Lovitts, & B. J. Callinger (Eds.), *This year in school science. Scientific literacy* (pp. 109–127). Washington, DC: AAAS, 1989.
- Shamos, M. H. *The myth of scientific literacy*. New Brunswick, NJ: Rutgers University Press, 1995.
- Shen, B. S. P. "Scientific literacy and the public understanding of science". In S. B. Day (Eds.), *Communication of scientific information* (pp. 44–52). Basel: Karger, 1975a.
- Shen, B. S. P. "Science literacy". *American Scientist*, 63, 265–268, 1975b.
- Shortland, M. "Advocating science: Literacy and public understanding". *Impact of Science on Society*, 38(4), 305–316, 1988.
- Showalter, V. M. "What is united science education? Part 5. Program objectives and scientific literacy". *Prism* II, 2(3 \_ 4), 1974.
- Shymansky, J. A., & Kyle, W. C. "Establishing a research agenda: Critical issues of science curriculum reform". *Journal of Research in Science Teaching*, 29(8), 749–778, 1992.
- Snow, C. P. *The two cultures and the scientific revolution*. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 1962.

Thomas, G., & Durant, J. "Why should we promote the public understanding of science?" In M. Shortland (Ed.), *Scientific literacy papers* (pp. 1–14). Oxford, UK: Department for External Studies, University of Oxford, 1987.

Venezky, R. L. "Definitions of literacy". In R. L. Venezky, D. A. Wagner, & B. S. Ciliberti, (Eds.), *Toward defining literacy* (pp. 2–16). Newark, DE: International Reading Association, 1990.

Walberg, H. J. "Scientific literacy and economic productivity in international perspective". *Daedalus*, 112(2), 1–28, 1983.

Waterman, A. T. "National Science Foundation: A ten-year re'sume'". *Science*, 131(3410), 1341–1354, 1960.

Wirszup, I. "Education and national survival: Confronting the mathematics and science crisis in American schools". *Educational Leadership*, 41, 4–11, 1983/84.

Wynne, B. "Knowledges in context". *Science, Technology & Human Values*, 16(1), 111–121, 1991.

Wynne, B. "Public understanding of science research: New horizons or hall of mirrors?" *Public Understanding of Science*, 1(1), 37–43, 1992.

Yager, R. E. "The major crisis in science education". *School Science and Mathematics*, 84(3), 189–198, 1984.

Yager, R. E. "Science–Technology–Society as reform". *School Science and Mathematics*, 93(3), 145–151, 1993.

Ziman, J. *An introduction to science studies: The philosophical and social aspects of science and technology*. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 1984.

Ziman, J. "Public understanding of science". *Science, Technology & Human Values*, 16(1), 99–105, 1991.

## ESTANTE LABJOR

Como parte de seu trabalho de formação e produção na área de jornalismo e divulgação científica e cultural, o Laboratório de Estudos Avançados em Jornalismo da Unicamp lançou seu selo próprio para publicar livros digitais de acesso livre.

A partir da seleção de dissertações defendidas no programa de Mestrado em Divulgação Científica e Cultural do Labjor – e também de teses e ensaios escritos em outros centros dedicados à área –, a ideia é que as pesquisas escolhidas passem por nova edição e adaptação, sendo assim formatadas como livros para download.