

Alfabetização Científica

Concepções de Educadores

Ione dos Santos Canabarro Araujo¹

Talita Sganderla Chesini²

João Bernardes da Rocha Filho³

Resumo

Este artigo descreve os procedimentos e resultados de uma pesquisa de abordagem qualitativa realizada com educadores das áreas de Ciências e Matemática, mestrandos de um programa de Pós-Graduação, visando a identificar a concepção destes educadores a respeito do significado da Alfabetização Científica. Na investigação foram coletados depoimentos dos educadores, depois analisados com base na Análise Textual Discursiva (Moraes; Galiazzi, 2007). Os dados foram categorizados conforme Miller (1998), que sugere um modelo de três dimensões: o conhecimento de termos e conceitos científicos essenciais (conteúdo da Ciência); a compreensão sobre as normas e métodos da Ciência (natureza da Ciência) e o entendimento sobre o impacto da tecnologia e da Ciência sobre a sociedade. Observou-se que as concepções dos entrevistados, apesar de concordarem com as categorias propostas por Miller, não o fazem de forma multidimensional, o que sugere que o tema necessita ser retomado pelos educadores, pois somente assim a Alfabetização Científica poderá cumprir o papel que lhe cabe na educação científica.

Palavras-chave: Alfabetização científica. Ensino de ciências. Concepções de educadores.

SCIENTIFIC LITERACY: CONCEPTIONS OF EDUCATORS

Abstract

This paper describes the procedures and results of a qualitative research conducted with educators in the areas of science and mathematics, a master's graduate program, aiming to identify the conception of these educators about the meaning of Scientific Literacy. In the research were collected testimonions from educators, then analyzed based on the Textual

¹ Doutoranda em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde na UFRGS.
ione.araujo@poa.ifrs.edu.br

² Mestra em Educação em Ciências e Matemática na PUCRS. talita.chesini@acad.pucrs.br

³ Pós-doutor em Enseñanza de Las Ciencias. Professor do PPGEDUCEM/PUCRS. jbrfilho@pucrs.br

Analysis Discourse (Moraes; Galiazzi, 2007). Data were categorized as Miller (1998), which suggests a three dimensional model: knowledge of essential terms and scientific concepts (Science content); the understanding of the standards and methods of Science (nature Science); the understanding of the impact of technology and science on society. It was observed that the views of respondents, though concurring with the categories proposed by Miller, do not in a multidimensional way, suggesting that the issue needs to be taken by educators, for only then scientific literacy may fulfill the role fits in science education.

Keywords: Scientific Literacy, Science Education, Conceptions of Educators.

Os avanços nos conhecimentos científicos e tecnológicos têm transformado significativamente a sociedade contemporânea. As formas de comunicação, a produção agrícola e industrial e a oferta de serviços passaram por uma revolução no último meio século. Atualmente dispõe-se de facilidades que as gerações passadas sequer sonharam, como as mensagens instantâneas contendo imagens, voz ou texto que qualquer cidadão pode enviar e receber de e para quase qualquer lugar da Terra, apenas com seu telefone celular. Segundo Lacerda (1997, p. 92):

Não é nenhum segredo de Pandora: a sociedade está mudando. E tal mudança ocorre de maneira inédita, a uma velocidade sem precedentes na história e rumo a um futuro cujos contornos são inimagináveis. Fala-se cada vez mais no advento de uma sociedade eminentemente tecnológica, na qual as aplicações práticas do trabalho científico estarão mais rapidamente disponíveis e inseridas no cotidiano imediato dos cidadãos.

A mera presença da tecnologia no cotidiano da sociedade, entretanto, não aproxima necessariamente as pessoas do conhecimento científico, de modo que pode ocorrer uma forma de alienação. Sem alcançar compreensão dos conhecimentos científicos que dão origem às tecnologias, as pessoas tornam-se simples usuárias, incapazes de contribuir para a evolução científica do país, nem como avaliar as consequências da aplicação desses conhecimentos. E como a tecnologia perpassa virtualmente todos os campos do fazer humano, sem conhecimentos adequados torna-se escassa a capacidade do cidadão de contribuir para a busca de soluções dos problemas contemporâneos.

Como o planeta se tornou *pequeno*, em virtude do número de habitantes humanos e da velocidade com que circulam produtos, pessoas e informações, praticamente nenhum problema é realmente individual, local, regional ou nacional. Todos são globais. Além disso, as questões contemporâneas devem ser pensadas como multifatoriais e complexas, com consequências que vão além de qualquer fronteira. A economia, os alimentos, a saúde, o clima, a justiça, a educação, a drogadição, o trabalho, a família e a religião são exemplos de temas universais relacionados em algum grau com a ciência e a tecnologia. Logo, não

é uma opção favorável deixar que a educação passe ao largo desse processo, negando aos educandos o desenvolvimento de conhecimentos que lhes possibilitariam o exercício pleno da cidadania.

Para que o estudante contemporâneo se torne apto a compreender e intervir na Ciência e na tecnologia é preciso incluir esses temas no processo educativo, de forma tal que as pessoas se tornem alfabetizadas em relação à Ciência. Para Shamos (1995), um cidadão alfabetizado cientificamente não apenas sabe ler o vocabulário científico, mas também é capaz de criticar e escrever coerentemente e de forma significativa em um contexto não apenas teórico.

A escola pode se tornar um espaço propício para o desenvolvimento da educação científica se os educadores reconhecerem a importância dessa tarefa. Necessita-se, todavia, de uma mudança curricular que agregue práticas que superem o atual ensino de Ciências transmissivo predominante nas escolas, centrado no professor. Nesse sentido, pode-se compreender por que a formação de professores tem ocupado um espaço importante nas pesquisas em educação.

Este trabalho, assim, insere-se na temática da educação científica, e procurou identificar e compreender as concepções que alguns educadores de Ciências, alunos de um programa de Pós-Graduação na área de Ensino de Ciências e Matemática, têm sobre a expressão Alfabetização Científica.

Alfabetização Científica

Alfabetização Científica é um conceito abrangente que não admite conceitualização unívoca. Em termos amplos, Lacerda (1997) aproxima-se de uma definição como sendo a apreensão dos princípios científicos de base, essenciais para que o indivíduo possa compreender, interpretar e interferir adequadamente em discussões, processos e situações de natureza técnico-científica ou relacionadas ao uso da Ciência e tecnologia. É a instrumentação do indivíduo com conhecimentos científicos válidos e significativos tanto do ponto de vista social quanto pessoal.

Shamos (1995) considera que uma sociedade alfabetizada cientificamente talvez seja um mito, no sentido de que alcançar isso é altamente improvável, contudo refletir sobre as questões relativas à educação científica, demandadas pela sociedade, pode contribuir para que ocorram mudanças no ensino. É, portanto, uma necessidade que os educadores reconheçam a importância de trazer para os alunos conteúdos científicos situados em seus contextos históricos e culturais. Além disso, professores movidos por essa perspectiva tendem a romper com as formas tradicionais de ensino, buscando metodologias mais adequadas para ensinar alunos nascidos na era tecnológica, justamente porque eles mesmos estão envolvidos com a Ciência e com a tecnologia contemporâneas.

Dadas as mudanças socioculturais, em parte induzidas pelos desenvolvimentos técnico-científicos, há necessidade de se adequar os currículos da formação docente, inicial e continuada, para preparar os professores para as demandas da pós-modernidade, como a interdisciplinaridade, a utilização das Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs) e a interação afetiva professor-aluno. As carências identificadas nesses campos não se restringem à formação de professores para as áreas científicas, mas abrangem também os professores da formação inicial, como os de Licenciatura em Pedagogia (Gatti, 2010).

Sem formação adequada, os professores atuais tendem a repetir os procedimentos e as atitudes que caracterizaram seus próprios docentes do Ensino Fundamental e Médio. Agora, porém, estas atitudes mostram-se contraproducentes, porque são aplicadas em uma época diferente daquela em que foram desenhadas, e para um público com características muito diversas. O resultado é que a abordagem dos conceitos científicos torna-se superficial (Queiroz; Catarino, 2012; Gatti, 2010) e os estudantes não conseguem compreender a Filosofia e os métodos da Ciência, nem suas implicações.

As sociedades contemporâneas, no entanto, são decisivamente influenciadas pela Ciência e pela tecnologia, e as pessoas tendem a desenvolver elevado grau de confiança, e até mesmo crença nos resultados advindos delas (Santos; Mortimer, 2000). Num ambiente com essa conformação, se as pessoas não dominarem os conceitos científicos em grau suficiente para avaliar

criticamente o uso que se faz da Ciência, torna-se provável que essa falta de conhecimento favoreça a que o poder econômico e/ou político seja exercido com base na dominação – o que a História mostra que sempre ocorre em favor de poucos e à custa de muitos.

É preciso, portanto, educar para a Ciência de modo que esta não seja utilizada simplesmente como forma de ampliar lucros por meio do aumento da produção e venda de bens de consumo, mas sim que sirva aos propósitos maiores do alcance da justiça social. Isso inclui estabelecer uma educação científica que coloque os sujeitos em contato também com os possíveis malefícios que advêm da exploração desenfreada dos ambientes naturais e destruição do meio ambiente.

Allchin (2014) aponta para questões contemporâneas que devem fazer parte da educação científica de cidadãos e consumidores porque são temas frequentes nas notícias: cânceres cerebrais causados pelo uso do telefone celular, mudanças climáticas e obtenção de petróleo e gás por fraturamento hidráulico da crosta terrestre. No Brasil, outros temas poderiam ser sugeridos, como o desmatamento de florestas tropicais para a pecuária e agricultura intensivas, a poluição que isso causa e o uso que essas práticas fazem de recursos limitados, como água, terra agricultável e energia. Estes são temas interessantes na medida em que se relacionam ao que se costuma chamar de “segurança alimentar”, e são amplamente desconhecidos das pessoas, apesar de a Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) (Food..., 2006) alertar que a criação de animais é uma das maiores fontes de alterações climáticas globais. Estes são temas interdisciplinares largamente relacionados à Ciência.

A educação científica, portanto, não deve ficar restrita às disciplinas científicas do Ensino Médio, mas deve permear toda a educação formal (Santos; Mortimer, 2000; Schroeder, 2006; Sasseron, 2008). Isso é crítico porque ao educar as crianças para a ciência e para a investigação cria-se nelas um “conjunto de esquemas concretos que podem servir de subestruturas para as deduções abstratas posteriores” (Piaget, 1998, p. 174).

Nem sempre, contudo, os currículos das instituições de ensino superior que ofertam Licenciaturas qualificam adequadamente os professores para o ensino das Ciências (Gatti, 2010). Esses professores deveriam ser formados para propor vivências aos seus alunos, despertando neles curiosidade e questionamentos, levando-os à investigação e à elaboração de conclusões próprias, interpretações das notícias científicas e compreensão das formas como a pesquisa científica ocorre e interfere na sociedade e no ambiente (Sasseron, 2008).

Para designar essa educação científica nuclear na educação formal autores como Chassot (2003) e Sasseron e Carvalho (2011) vêm utilizando a expressão Alfabetização Científica (*Scientific Literacy*). Esses últimos autores (ibidem, p. 64) definem a Alfabetização Científica como “uma sequência de ações que incentivem os alunos a interagirem com uma nova cultura, com uma nova forma de ver o mundo e seus acontecimentos, modificando-os e a si mesmos, desenvolvendo saberes e habilidades associadas ao fazer científico”. Autores internacionais, como Crowell e Schunn (2015) oferecem outras definições para a Alfabetização Científica, como “pensamento fundacional”, “habilidades fundacionais de pensamento crítico”, ou a “aplicação desses pensamentos e habilidades na tomada de decisões diária”, no entanto muitas outras expressões são usadas por diferentes autores com significado semelhante.

A Alfabetização Científica, assim, independentemente da existência de múltiplas denominações, é necessária em todos os níveis de ensino (Chassot, 2003; Sasseron, 2008), e uma de suas preocupações é a de que o pensamento científico deve ser situado de modo a que não seja interpretado como superior em relação às outras formas de conhecimento (Zanetic, 2006). A Filosofia e as tradições que compõem a cultura de um povo, como seus mitos, religiões e métodos de cura, não podem ser desprezados pela ciência formal, nem postos em confronto com ela. São formas de pensamento diferentes, válidas cada uma em seu âmbito.

Metodologia e Tipificação dos Sujeitos da Pesquisa

Para esta investigação foram selecionados 25 educadores de Ciências e/ou Matemática, alunos de um programa de Pós-Graduação em educação científica no ano de 2014. Para bem caracterizar os sujeitos participantes, antes

de responderem à questão central da investigação, relacionada à Alfabetização Científica, todos receberam perguntas objetivas, cujas respostas foram sintetizadas a seguir. A presente pesquisa aplicou uma abordagem qualitativa, conforme Minayo e Sanches (1993).

Os sujeitos tinham idade média de 31 anos, sendo 22 a menor idade e 46 a maior. Eram 18 mulheres e 7 homens. Os professores investigados trabalhavam em sala de aula, em média, 27 horas semanais cada um. Treze deles eram formados em Matemática, quatro em Química, quatro em Física, três em Biologia e um em Pedagogia. Treze lecionavam Matemática, três lecionavam Química, três lecionavam Física, um lecionava Biologia, três lecionavam mais de uma disciplina ou outros cursos, e dois não estavam trabalhando. Quinze deles possuíam uma especialização, e os demais eram apenas graduados. Quanto à atuação, com sobreposições, houve 15 referências ao Ensino Médio, 12 ao Ensino Fundamental, 4 ao Ensino Superior, 2 ao Ensino Técnico e 3 a outras formas de atuação. Quanto à estrutura administrativa do local de trabalho, também com sobreposições, houve 14 referências a instituições privadas, 10 referências a instituições públicas estaduais e 4 referências a instituições públicas municipais.

Caracterizados os sujeitos, eles responderam à seguinte pergunta: *Que significado tem para você a expressão alfabetização científica?* Foi determinado um período de uma semana para que as respostas fossem devolvidas aos pesquisadores. As respostas discursivas dos participantes sofreram Análise Textual Discursiva (Moraes; Galiazzi, 2007). No movimento de interpretação do significado das afirmações exercitou-se a unitarização, a categorização e a reconstrução textual, com apropriação das palavras de outros autores para avançar na compreensão.

As ideias de Miller (1998) constituíram a base teórica utilizada para reunir coerentemente as unidades de significado, dando origem a categorias *a priori*. Miller (1988) sugeriu um modelo tridimensional para a abordagem da educação científica, incluindo: a) o conhecimento de termos e conceitos cien-

tíficos essenciais, ou seja, o conteúdo da Ciência; b) uma compreensão sobre a natureza da Ciência, ou seja, suas normas e métodos e c) o entendimento sobre o impacto da tecnologia e da Ciência sobre a sociedade.

Analisando as Respostas e Tecendo Argumentações

A partir das três categorias iniciais e das respostas foram elaboradas subcategorias *a posteriori*, detalhadas a seguir, no Quadro 1. O código de três números à frente das respostas identifica a pergunta, o sujeito, e a resposta daquele sujeito, respectivamente.

Quadro 1 – As respostas categorizadas

Pergunta: Que significado tem para você a expressão Alfabetização Científica?				
Categorias a priori	Subcategorias a posteriori	Unidades de Significados	Respostas	
Uma compreensão sobre as normas e métodos da Ciência.	Caminho para o mundo da Ciência.	Condução alunos dentro do universo da Ciência.	1.1.1. Alfabetização Científica significa, para mim, a condução dos alunos dentro do universo da Ciência.	
		Educar para que o aluno tenha postura semelhante a um pesquisador.	1.9.1. Alfabetização Científica significa educar para que o aluno tenha postura semelhante a um pesquisador, não sendo somente receptor e governado por elas, mas que possa questionar a realidade.	
		Servir de guia para um mundo novo.	1.1.2. Significa servir de guia para um mundo novo, mas que está muito próximo e ao alcance de todos.	
		Instrumentalização do aluno para que se torne competente para transitar por novo espaço de conhecimento.	1.1.4. Alfabetização Científica seria essa instrumentalização do aluno para que se torne competente para transitar por esse novo espaço de conhecimento.	
		Sistematização de saberes.	1.12.1. Penso ser a sistematização dos saberes, o momento em que o indivíduo entende que aquilo que ele está vivenciando é de fato um conhecimento e precisa ser colocado de maneira formal.	
		Inserção requer leitura apropriada de materiais das áreas científicas.	1.24.3. Esta inserção requer uma leitura apropriada de materiais das áreas científicas e uma compreensão proveniente do raciocínio lógico e da capacidade de abstração, muitas vezes, do sujeito.	
		Construção da linguagem e vocabulário científico.	Esta habilidade surge a partir da construção da linguagem e do vocabulário científico, podem assim tornar o sujeito alfabetizado cientificamente.	
		Aprendizagem no meio científico e tecnológico. Trabalhar a Ciência e a pesquisa.	1.5.1. Penso que Alfabetização Científica seja aprendizagem no meio científico e tecnológico para que possamos trabalhar com a Ciência e a pesquisa.	
	Compreender linguagem e método científico.	Primeiros contatos com a Química.	1.17.2. Seriam os primeiros contatos, por exemplo, na disciplina de Química, quando falamos em átomo, etc.	
			Educar para que o aluno entenda a Ciência e tecnologia.	1.10.1. Para mim, Alfabetização Científica é educar para que o aluno entenda a Ciência e tecnologia.
			Linguagens específicas.	1.10.2. Educar por meio de linguagens específicas, para que o aluno tenha contato com o mundo científico.
			Linguagem científica.	1.25.1. Alfabetização Científica significa a linguagem científica.
		Alfabeto é necessário para compreender conceitos científicos.	1.25.2. Esse alfabeto é necessário para que se possam compreender tais conceitos falados, escritos e ensinados de forma científica.	
			Compreender linguagem e método científico.	1.1.3. Para se aventurar por esse mundo, se torna necessário compreender a linguagem utilizada, os métodos, a história, as conquistas e os percalços no caminho.

Conhecimento de termos e conceitos científicos essenciais	Conhecimento útil para a vida humana.	Possuir a aptidão de avaliar teorias, tecnologias e conteúdos. Apta para relacionar conteúdos com a realidade.	1.2.2. Penso que uma pessoa está alfabetizada cientificamente quando ela já possui a aptidão de avaliar teorias, tecnologias e conteúdos, ou seja, quando ela se encontra apta para relacionar conteúdos com sua realidade.
		Aplicabilidade da Ciência no cotidiano para resolução de problemas.	1.4.1. Alfabetização Científica é a aplicabilidade da Ciência no cotidiano do aluno.
		Utilizar a Ciência no seu dia a dia para resolução de problemas.	É utilizar a Ciência no seu dia a dia para resolução de problemas.
		Leitura de mundo. Explicação dos fenômenos que acontecem ao nosso redor.	1.4.2. Como uma leitura de mundo, uma explicação dos fenômenos que acontecem ao nosso redor.
		Usar os conhecimentos científicos para resolver problemas. Compreender determinadas situações.	1.6.1. Estar alfabetizado cientificamente é usar os conhecimentos científicos para resolver problemas ou para compreender determinadas situações
		Conhecimentos científicos facilitam a compreensão de fenômenos da natureza e tecnologia empregada em equipamentos.	1.8.2. Esses conhecimentos facilitam a compreensão de fenômenos da natureza, do entendimento de como funcionam as máquinas térmicas, elétricas, aparelhos eletrônicos, entre outros. O ambiente é o contexto da alfabetização científica.
		Ler, interpretar e entender notícias sobre Ciências e tecnologia.	1.10.3. Penso que o professor deve preparar seus alunos para que eles consigam ler, interpretar e entender as notícias que envolvem Ciências e tecnologias. Quanto mais preparado o aluno estiver para assuntos distintos, melhor para ele, mais conhecimento ele poderá construir.
		Leitura do mundo, da natureza e entender o que se passa.	Poderia se dizer que é quando ele consegue fazer uma leitura do mundo e por consequência da natureza e entender o que se passa.
		Saber interpretar, ler o mundo de maneira crítica, relacionando Ciência com o dia a dia.	1.14.1. Alfabetização Científica significa saber interpretar, ler o mundo em que vivemos de maneira crítica, relacionando Ciência com seu dia a dia.
		Desenvolver no aluno saberes que favoreçam o entendimento da estrutura que permeia o mundo que nos cerca.	1.7.1. A Alfabetização Científica significa, a meu ver, desenvolver no aluno saberes que favoreçam o entendimento da estrutura que permeia o mundo que nos cerca.
Conhecimentos científicos essenciais.	A familiaridade com o método científico requer pré-requisitos.	1.24.2. Os pré-requisitos para o trabalho com esses conceitos são a familiaridade com o método científico.	
	Iniciação à Ciência.	1.17.1. A expressão Alfabetização Científica denomina o processo de apropriação inicial da Ciência pelo indivíduo.	
	Compreensão que a sociedade tem ou deveria ter dos estudos científicos.	1.20.1. Podemos pensar em Alfabetização Científica na compreensão que a sociedade tem ou deveria ter dos estudos científicos e de algumas questões atuais que envolvem Ciência e Tecnologia.	
Apropriação, por parte do sujeito, de conhecimentos científicos básicos.	1.8.1. A Alfabetização Científica significa apropriação, por parte do sujeito, de conhecimentos científicos básicos.		

O entendimento sobre o impacto da tecnologia e da Ciência	Conhecimento que produz autonomia.	Conhecimento que produz autonomia.	1.7.4. E também, aprimorar o nosso saber com um olhar científico, objetivando uma maior autonomia na vivência social.
	Conhecimento científico que valoriza a cidadania.	Se posicionar perante os problemas.	1.6.2. E até mesmo usar estes conhecimentos para se posicionar perante os problemas.
		Saber ler e fazer uso dos avanços das Ciências e da tecnologia para interagir em sociedade.	1.7.2. É saber ler e fazer uso dos avanços das Ciências e da tecnologia para melhor interagir em sociedade.
		Subsídios para modificar aquilo que não concorda.	1.9.2. É buscar subsídios para modificar aquilo que não concorda e que pode resolver de outra maneira.
		Tentativa de criar condições reais para mudar as políticas públicas.	1.13.1. A expressão Alfabetização Científica significa, em minha opinião, a tentativa de se criar condições reais para que se modifique positivamente o quadro do aparente insucesso das políticas públicas, no que se refere ao desenvolvimento da educação no país e no mundo.
		Construir uma Alfabetização Científica pautada na cidadania.	1.13.2. Essa proposta teria como objetivo principal construir uma educação científica pautada na valorização da cidadania. Tal temática é cada vez mais frequente nos meios educacionais, graças à crise educacional que se deflagra atualmente em nossa sociedade. Já li em alguns artigos que, desde o início da corrida espacial, no século passado, governos pelo mundo vêm procurando instituir ações afirmativas que favoreçam o florescimento de uma elite intelectual voltada ao estudo e ao desenvolvimento das Ciências. São conhecidos os projetos de estruturação de ensino de Ciências elaborados pelos países de língua inglesa, principalmente no último quinquênio do século 20. Em minha leitura, o Brasil tem se preocupado em modificar as orientações pedagógicas relacionadas ao ensino de Ciências e Matemática nas últimas décadas. No começo dessa iniciativa, procurou-se importar modelos pedagógicos prontos de países desenvolvidos, nos já referidos projetos educacionais dos anos 50 e 60 do século passado. Aos poucos, essas iniciativas exportadas dos Estados Unidos e da Inglaterra, começaram a ceder lugar a uma elaboração educacional com características mais regionais e mais próprias. Os Parâmetros Curriculares Nacionais constituem uma salutar tentativa de promover uma educação científica voltada à construção da autonomia e da cidadania dos estudantes.

		Leitura de mundo.	1.14.2. O indivíduo precisa ter conhecimentos para fazer essa leitura diferenciada de onde vive.
		Possibilidade de compreender algumas situações, interpretá-las e realizar escolhas.	1.16.1. Estar alfabetizado cientificamente envolve a possibilidade de compreender algumas situações, interpretá-las e assim realizar escolhas que possam vir a melhorar a vida do cidadão.
		Compreensões de conteúdos que agregam valores.	1.16.2. Não há uma preocupação com conteúdos isolados, mas com compreensões de conteúdos que agreguem valores à qualidade de vida.
		Formar cidadãos reflexivos.	1.16.3. Formar um cidadão capaz de decidir, após reflexões, sobre os mais variados temas. Penso que seja este o propósito da Alfabetização Científica.
		Avaliar as Ciências, o uso das tecnologias e as consequências sobre a sociedade.	1.16.4. Estar apto a avaliar as Ciências, o uso das tecnologias, e as consequências sobre a sociedade é estar alfabetizado cientificamente.
		Alternativa para fortalecimento da educação.	1.19.2. Mas acredito que seja mais uma alternativa para o fortalecimento da educação.
		Cidadão alfabetizado cientificamente é competente para ler, escrever e emitir opiniões.	1.20.2. Para que um cidadão se torne alfabetizado cientificamente, com competências e habilidades de ler, escrever e emitir opiniões sobre determinados assuntos é importante o modo como os temas são abordados.
		Linguagem deve ser acessível e correta.	1.20.3. A questão da linguagem é muito importante, ela deve ser acessível e correta.
		Desenvolver conhecimentos prévios para o indivíduo formar opinião sobre Ciência.	1.22.1. Alfabetizar cientificamente, para mim, significa desenvolver o conhecimento prévio do indivíduo de tal forma que consiga alcançar um nível próximo do desejado e se torne um formador de opinião sobre a Ciência, capaz de expor suas ideias, analisá-las e compará-las.
		Alunos não sabem responder muitas perguntas por incapacidade de interpretação dos fenômenos explicados pela Ciência.	1.24.1. A causa de muitas perguntas sem respostas dos alunos está, provavelmente, na capacidade de interpretações dos fenômenos explicados pela Ciência, que de forma empirista necessita de conceitos prévios.
Não co-nhe-cimento da expressão, ou definição divergente.	M é t o d o científico usado como metodologia de ensino.	Processo de aprendizagem onde a metodologia aplicada é o método científico.	1.18.1. Processo de aprendizagem onde a metodologia aplicada é o método científico.
		Termo novo.	1.19.1. A princípio o termo Alfabetização Científica é muito novo para mim, meu primeiro contato com a terminologia foi aqui no PPG.
		Termo novo.	1.2.1. Poucas vezes ouvi falar sobre Alfabetização Científica, aqui no PPG é que estou ouvindo mais diálogos sobre esse assunto.

Fonte: Os autores.

Do Quadro 1 se depreende que das unidades de significado obtidas da análise das respostas dos pós-graduandos acerca do significado da expressão Alfabetização Científica emergiram seis subcategorias *a posteriori*, descritas no Quadro 2.

Quadro 2 – Descrição das categorias

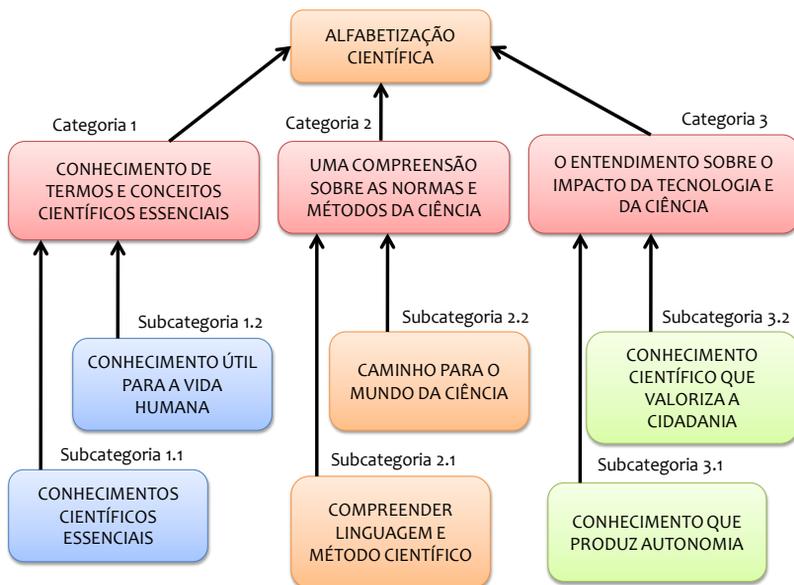
Subcategorias a Posteriori	Descrição
Conhecimentos científicos essenciais	Esta subcategoria designa a concepção de que existem conteúdos científicos essenciais, que por sua essencialidade devem ser ensinados na escola, e que por isso constituem o eixo da Alfabetização Científica.
Conhecimento útil para a vida humana	Esta subcategoria distingue a Alfabetização Científica como aquela associada a conteúdos trabalhados na escola, que sejam considerados de utilidade para a manutenção da vida humana.
Compreender linguagem e método científico	Esta subcategoria associa a Alfabetização Científica ao entendimento de uma linguagem e de um método, especificamente a linguagem e o método científicos.
Caminho para o mundo da Ciência	Essa subcategoria designa a ideia de que a Alfabetização Científica representa uma forma de preparar o estudante para que ele alcance a integração ao mundo da ciência, talvez como cientista.
Conhecimento que produz autonomia	Essa subcategoria associa a Alfabetização Científica à possibilidade de libertação do indivíduo, isto é, como um meio de tornar o sujeito livre por meio de seu conhecimento.
Conhecimento científico que valoriza a cidadania	Essa subcategoria apresenta a Alfabetização Científica como um conjunto de saberes cuja aplicação amplia a participação social e consciente do indivíduo.

Fonte: Os autores.

Além das seis subcategorias mostradas nos Quadros 1 e 2 surgiram três respostas que não foram aproveitadas na categorização, pois eram divergentes das demais. Duas alegaram falta de conhecimentos sobre o tema, e uma associou a Alfabetização Científica ao uso do método científico como metodologia de ensino.

A Figura 1 mostra graficamente as relações das categorias *a priori* com as subcategorias *a posteriori* da investigação.

Figura 1 – Diagrama das categorias e subcategorias



Fonte: Os autores.

Os sujeitos investigados produziram respostas que se encaixaram em uma ou duas categorias de Miller (1998), mesmo que alguns afirmassem não ter conhecimento do significado da expressão Alfabetização Científica. Nenhum dos sujeitos alcançou abranger, em sua resposta, as três categorias do autor (1988), como mostrado na Figura 1.

A categoria denominada “Conhecimento de termos e conceitos científicos essenciais” foi mencionada nas respostas de oito sujeitos da pesquisa. A esta categoria pertence a seguinte declaração do sujeito 10: *“Alfabetização científica é educar para que o aluno entenda a Ciência e a tecnologia. É educar por meio de linguagens específicas, para que o aluno tenha contato com o mundo científico”*. O sujeito 1 acredita *“que para se aventurar pelo mundo científico, se torna necessário compreender a linguagem utilizada, os métodos, a história, as conquistas e os percalços no caminho”*. Essas são respostas que concordam

com Praia, Gil-Pérez e Vilches (2007), quando afirmam que a Ciência procura estabelecer leis e teorias gerais que possam ser aplicadas a diversos fenômenos, as quais se tornam conhecimentos científicos essenciais. Segundo esses autores:

Num mundo em que o mais evidente é a existência de uma grande diversidade de materiais e de seres, submetidos a constantes mudanças, a ciência procura estabelecer leis e teorias gerais que sejam aplicáveis ao estudo do maior número possível de fenômenos (2007, p. 149).

Além disso, em estudo clássico, Halliday e Martin (1993) demonstraram que a linguagem científica apresenta características próprias que a distingue da linguagem cotidiana. Esses autores afirmaram que ensinar Ciências significa ensinar a compreender sua linguagem, sua estrutura semântica, o significado de seu vocabulário, a interpretação de suas fórmulas, esquemas, gráficos, tabelas, etc.

Nesse sentido, emergiram outras duas subcategorias que auxiliaram a identificar a compreensão dos educadores. Uma delas foi denominada “Conhecimentos de termos e conceitos científicos essenciais”, indicando que os professores acreditavam que Alfabetização Científica compreenderia um conhecimento essencial de Ciência. Essa é uma ideia compatível com a definição alternativa de Alfabetização Científica de Crowell e Schunn (2015), denominada de Pensamento Fundacional. Exemplo dessa compreensão aparece na resposta do sujeito 20: *“Podemos pensar em Alfabetização Científica como a compreensão que a sociedade tem ou deveria ter dos estudos científicos e de algumas questões atuais que envolvem Ciência e Tecnologia”*.

Outra subcategoria emergente foi denominada “Conhecimento útil para a vida humana”, que surgiu a partir de respostas por meio das quais os professores demonstraram acreditar que a Alfabetização Científica significa também o conhecimento de conteúdos utilizados no cotidiano dos alunos. Segundo o sujeito 2, *“Uma pessoa está alfabetizada cientificamente quando ela já possui a aptidão de avaliar teorias, tecnologias e conteúdos, ou seja, quando ela encontra-se apta para relacionar conteúdos com sua realidade”*. E, segundo o

sujeito 4, “*Alfabetização científica é a aplicabilidade da Ciência no cotidiano do aluno. É utilizar a Ciência no seu dia a dia para resolução de problemas*”. Esses educadores concordam com Lacerda (1997, p. 98), quando afirma que

[...] apreensão dos princípios científicos de base, essenciais para que o indivíduo possa compreender, interpretar e interferir adequadamente em discussões, processos e situações de natureza técnico-científica ou relacionadas ao uso das Ciências e da tecnologia. Trata-se da instrumentação do indivíduo com conhecimentos científicos válidos e significativos tanto do ponto de vista social quanto do ponto de vista individual, sem os quais o próprio princípio da cidadania ficaria comprometido [...].

A subcategoria denominada “Uma compreensão sobre as normas e métodos da Ciência” abrangeu respostas de nove sujeitos. A esse grupo pertence uma resposta do sujeito 18, que pensava que a “*Alfabetização científica é o processo de aprendizagem onde a metodologia aplicada é o método científico*”. A abordagem dada pelo sujeito 18 revela certa confusão entre o método científico – cuja aplicação literal vem sendo criticada há muito tempo, por não representar adequadamente os processos pelos quais os cientistas chegam às teorias –, e o trabalho educativo que os professores realizam para alcançar a Alfabetização Científica de seus alunos.

Mais uma subcategoria elencada a partir das respostas dos sujeitos foi denominada “Compreender linguagem e método científico”, em que se resalta a importância de contextualizar e compreender a linguagem e o método científico. Para o sujeito 25 a “*Alfabetização científica significa a linguagem científica. Esse alfabeto é necessário para que se possa compreender tais conceitos falados, escritos e ensinados de forma científica e contextualizada*”. Essa afirmação concorda com Santos (2007, p. 481) quando este observa que “A forma descontextualizada como o ensino de Ciências é praticado nas escolas faz com que muitos dos conceitos científicos se transformem em palavreados tomados como meros ornamentos culturais repetidos pelos alunos sem qualquer significação cultural.” Isso é grave, pois, para Chassot (2003), a Ciência pode

ser considerada uma linguagem construída pelas pessoas para explicar o nosso mundo, e que compreendermos a linguagem da Ciência significa compreendermos a linguagem na qual é escrita a natureza.

Outra subcategoria emergente foi denominada “Caminho para o mundo da Ciência”, designando que os educadores acreditavam que Alfabetização Científica significava educar pela pesquisa, e que esse seria o *caminho* para o mundo da Ciência. Concordando com essa subcategoria temos a afirmação do sujeito 9: *“Alfabetização Científica significa educar para que o aluno tenha postura semelhante a um pesquisador, não sendo somente receptor e governado por elas.”* Este sujeito manifesta uma crença: *“Acredito que Alfabetização Científica seja a aprendizagem no meio científico e tecnológico para que possamos trabalhar com a Ciência e a pesquisa”*. Demo (2000) defende a pesquisa como uma atitude cotidiana, cuja base é o questionamento. Não qualquer questionamento, mas sim o questionamento reconstrutivo, com qualidade formal e política. Segundo este autor (p. 13), “por ‘questionamento’, compreende-se a referência à formação do sujeito competente, no sentido de ser capaz de, tomando consciência crítica, formular e executar projeto próprio de vida no contexto histórico”.

A subcategoria denominada “Entendimento sobre o impacto da tecnologia e da Ciência” foi mencionada nas respostas de sete dos sujeitos investigados. Segundo essa perspectiva, o ensino de Ciências é ferramenta de inclusão do indivíduo na sociedade, e Acevedo-Díaz, Vázquez-Alonso e Manassero-Mas (2003) escrevem que há uma aproximação entre Alfabetização Científica e os objetivos propostos pela abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), na medida em que ambas buscam possibilitar ao indivíduo a interação com os elementos científicos e tecnológicos da vida social.

Para o sujeito 10 *“O professor deve preparar seus alunos para que eles consigam ler, interpretar e entender as notícias que envolvem Ciências e tecnologias. Quanto mais preparado o aluno estiver para assuntos distintos, melhor para ele, mais conhecimento ele poderá construir”*. O sujeito 16 destaca: *“Acredito que estar apto a avaliar as Ciências, o uso das tecnologias, e as consequências sobre a sociedade é estar alfabetizado cientificamente”*. Esse é

um reconhecimento relevante porque, para Santos (2007), um cidadão alfabetizado cientificamente compreende o impacto da Ciência e da tecnologia sobre a sociedade, numa dimensão voltada para a compreensão pública da Ciência dentro do propósito da Educação Básica de formação para a cidadania.

Outra subcategoria emergente das respostas foi denominada “Conhecimento que produz autonomia”, e se relaciona à afirmação de Chassot (2003) sobre o que significa ser alfabetizado cientificamente. Para este autor, a Alfabetização Científica oportuniza ao indivíduo a capacidade de realizar uma *leitura do mundo*, além de favorecer a apreensão de conhecimentos, procedimentos e valores que tornam a pessoa crítica em relação ao desenvolvimento e às múltiplas aplicações da Ciência. Para Fourez (1997, p. 51),

[...] as pessoas poderiam ser consideradas científica e tecnologicamente alfabetizadas quando seus conhecimentos e habilidades dão a elas certo grau de autonomia (a habilidade de ajustar suas decisões às restrições naturais ou sociais), certa habilidade de se comunicar (selecionar um modo de expressão apropriado) e certo grau de controle e responsabilidade em negociar com problemas específicos (técnico, mas também emocional, social, ético e cultural).

As ideias de Chassot (2003) e Fourez (1997) são refletidas nas opiniões dos sujeitos 14 e 9. O sujeito 22 acredita “*que alfabetizar cientificamente significa desenvolver o conhecimento prévio do indivíduo [...] para que se torne um formador de opinião sobre a Ciência capaz de expor suas ideias, analisá-las e compará-las*”. Já para o sujeito 7 “*alfabetização científica também é aprimorar o nosso saber com um olhar científico, objetivando uma maior autonomia na vivência social*”.

Uma última subcategoria que mereceu destaque foi denominada “Conhecimento científico que valoriza a cidadania”, que declara que os professores acreditam que Alfabetização Científica significa preparar o indivíduo para viver em sociedade. Contribuindo para esta subcategoria, o sujeito 16 declarou que “*O propósito da Alfabetização Científica é formar um cidadão capaz de decidir*

após reflexões sobre os mais variados temas”. Para o sujeito 7, “*A Alfabetização Científica é saber ler e fazer uso dos avanços das ciências e da tecnologia para melhor interagir em sociedade*”.

Tais concepções vão ao encontro de Laugksch (2000), quando afirma que a função social da alfabetização científica é desenvolver a capacidade mínima do indivíduo para agir como consumidor e cidadão, e isso significa, segundo Santos (2007), uma capacidade essencial para compreender as políticas públicas e atuar na sociedade em âmbito pessoal e social, compreendendo a profundidade, os princípios e as estruturas que governam situações complexas, compreendendo como Ciência e tecnologia influenciam a vida de cada um.

Considerações Finais

Os professores investigados apresentam uma série de ideias sobre a natureza da Alfabetização Científica, todas elas (exceto a da resposta eliminada da análise) coerentes com a própria polissemia da expressão. De forma geral, os professores entendem que a Alfabetização Científica está associada aos conteúdos científicos trabalhados na escola, sem distinção de nível ou complexidade. Nem todos eles concordam, porém, com os objetivos da Alfabetização Científica, que podem ser variados, abrangendo questões técnicas, sociais e até individuais e políticas.

Para um grupo de investigados a Alfabetização Científica destina-se a garantir a manutenção da vida humana, de uma forma bem genérica. Isso pode estar associado a uma percepção de Ciência como mais voltada a questões médicas, de segurança alimentar ou ambiental.

Outro grupo percebe a Alfabetização Científica como um mecanismo social de apropriação da linguagem científica e de seus métodos, talvez por interpretarem a expressão mais literalmente. Este é, sem dúvida, um objetivo

institucional da educação em qualquer área do conhecimento, pois todos esses campos têm uma linguagem e um método próprios, e a sua assimilação é a única forma conhecida de levar seus conhecimentos às novas gerações.

Um entendimento mais pragmático de alguns professores associa a Alfabetização Científica ao preparo do estudante para que ele possa lograr sucesso em seu processo de integração ao mundo dos cientistas, com vistas possivelmente a ocupar uma vaga nesta área do conhecimento, provavelmente vista aqui como uma carreira promissora.

Outro grupo de professores trouxe um caráter mais filosófico em suas respostas, pois associou a Alfabetização Científica à libertação do estudante, o que representa um pensamento bastante antigo, que remonta aos gregos, embora não especificamente relacionado ao conhecimento científico. Isso sugere que esses professores fazem, inconscientemente, uma associação entre Ciência e verdade, pois a tradição bíblica de João 8,32 faz uma associação célebre entre a verdade e a libertação. Embora a Ciência, de fato, tenha um compromisso com a verdade, isso não pode ser transposto tão facilmente para os cientistas, sujeitos a toda sorte de influências.

Do ponto de vista político, alguns entrevistados entendem que a Alfabetização Científica é capaz de ampliar a cidadania, levando o indivíduo a se tornar um ser social melhorado, mais consciente e capaz de contribuir para a sociedade.

Por fim, um grupo dos professores apresentou a noção de que a Alfabetização Científica se refere ao processo de trazer para a educação escolar aqueles conhecimentos científicos essenciais, sem definir quais seriam eles.

As concepções dos entrevistados sobre a Alfabetização Científica concordam com as categorias propostas por Miller (1998), entretanto não de forma multidimensional. A análise das respostas sugere que os sujeitos investigados não consideraram, simultaneamente, as três dimensões (1998), o que sugere que o tema deveria ser retomado e discutido entre os sujeitos, para que suas práticas não privilegiem um ou dois aspectos somente, dos três que constituem a Alfabetização Científica, segundo este autor.

É preciso ter em mente que a Alfabetização Científica implica aprendizagem, compreensão da natureza da Ciência e reconhecimento do impacto da Ciência e tecnologia na sociedade. Sem essa tríade o professor pode oferecer aos seus alunos uma visão distorcida ou parcial da Ciência, de modo que estes não atingirão uma efetiva Alfabetização Científica. E só assim é possível formar sujeitos conhecedores da Ciência, socialmente responsáveis e reflexivos, capazes de serem agentes de transformação no meio em que estão inseridos.

Referências

- ACEVEDO-DÍAZ, J. A.; VÁZQUEZ-ALONSO, Á.; MANASSERO-MAS, M. A. Papel de la educación CTS en una alfabetización científica y tecnológica para todas las personas. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, v. 2, n. 2, p. 1-32, 2003.
- ALLCHIN, Douglas. From Science Studies to Scientific Literacy: A View from the Classroom. *Science & Education*, v. 23, p. 1.911-1.932, 2014.
- CHASSOT, A. Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social. *Revista Brasileira de Educação*, n. 22, p. 89-100, 2003.
- CROWELL, Amanda; SCHUNN, Christian. Unpacking the Relationship Between Science Education and Applied Scientific Literacy. *Research in Science Education*, DOI 10.1007/s11165-015-9462-1, 2015.
- DEMO, P. *Educar pela pesquisa*. 4. ed. Campinas, SP: Autores Associados, 2000.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF UNITED NATIONS. FAO/ONU. *Livestock's long shadow: environmental issues and options*, 2006.
- FOUREZ, Gérard. Science teaching and the STL movement: a socio-historical view. In: JENKINS, Edgar (Ed.). *Innovations in science and technology education*. Paris: Unesco Publishing, 1997. p. 43-57. v. VI.
- GATTI, B. Formação de professores no Brasil: características e problemas. *Educação e Sociedade*, Campinas, v. 31, n. 113, p. 1.355-1.379, out./dez. 2010.
- HALLIDEY, M. A. K.; MARTIN, J. R. *Writing Science: literacy and discursive power*. London: University of Pittsburgh Press, 1993.
- LACERDA, G. S. Alfabetização científica e formação profissional. *Educação & Sociedade*, Campinas, ano XVIII, n. 60, p. 91-108, dez. 1997.
- LAUGKSCH, R. C. Scientific literacy: a conceptual overview. *Science Education*, v. 84, n. 1, p. 71-94, 2000.

MILLER, J. D. The measurement of civic scientific literacy. *Public Understand Sci.*, 7, 2.003-2.223, 1998.

MINAYO, M. C. S.; SANCHES, O. Quantitativo-Qualitativo: Oposição ou complementaridade? *Cad. Saúde Públ.*, Rio de Janeiro, 9 (3): 239-262, jul./set. 1993.

MORAES, R.; GALIAZZI, M. C. Análise textual discursiva. Ijuí: Ed. Unijuí, 2007.

PIAGET, J. *Sobre a pedagogia*. Tradução Cláudia Berliner. São Paulo: Casa do Psicólogo, 1998.

PRAIA, J.; GIL-PÉREZ, D.; VILCHES, A. O papel da natureza da ciência na educação para a cidadania. *Ciência & Educação*, v. 13, n. 2, p. 141-156, 2007.

QUEIROZ, G.; CATARINO, G. F. C. A formação inicial de professores de física a partir da prática de projetos. *Revista de Educação, Ciências e Matemática*, v. 2, n. 2, maio/ago. 2012.

SANTOS, W. L. P. Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios. *Revista Brasileira de Educação*, v. 12, n. 36, p. 474-492, set./dez. 2007.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no contexto da educação Brasileira. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, 2000/2 .

SASSERON, L. H. *Alfabetização científica no Ensino Fundamental: estrutura e indicadores deste processo em sala de aula*. 2008, 265p. Tese (Doutorado) – PPG em Educação da Fac. de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 16 (1), p. 59-77, 2011.

SCHROEDER, C. Uma proposta para a inclusão da física nas séries iniciais do Ensino Fundamental. *Experiências em Ensino de Ciências*, v. 1 (1), p. 23-32, 2006.

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

ZANETIC, J. Física e literatura: construindo uma ponte entre as duas culturas. *História, Ciências, Saúde*, Manguinhos, v. 13 (suplemento), p. 55-70, out. 2006.

Recebido em: 10/6/2014

Aceito em: 24/3/2015