

**CARVALHO, ANNA MARIA PESSOA
DE**

**ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA: UMA
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

2011

ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA[♦] (Scientific Literacy: a bibliographical review)

Lúcia Helena Sasseron [sasseron@usp.br]
Anna Maria Pessoa de Carvalho [ampdcarv@usp.br]
Faculdade de Educação – Universidade de São Paulo

Resumo

Apresentamos uma revisão bibliográfica sobre o conceito de Alfabetização Científica. Partimos da leitura histórica com o objetivo de compreender de que maneira esta idéia é discutida ao longo dos anos. Em seguida, procuramos identificar quais as habilidades que os autores apontam como necessárias de se ter desenvolvidas para classificar um indivíduo como alfabetizado cientificamente. O conceito é então estudado nos trabalhos que olham com mais atenção para o desenvolvimento da Alfabetização Científica em contextos de educação formal. Por fim, apresentamos os Eixos Estruturantes da Alfabetização Científica: linhas propositivas construídas a partir da análise da literatura e que devem ser consideradas quando do planejamento de propostas didáticas que tenham como objetivo promover condições e oportunidades para o desenvolvimento da Alfabetização Científica entre os estudantes.

Palavras-chave: alfabetização científica; educação; ensino e aprendizagem

Abstract

We present a bibliographical review about Scientific Literacy building from a historical perspective to understand how this theme was discussed through years. Then, we attempted to identify which skills authors point as necessary to be developed in order to classify someone as scientific literate. These ideas are more explored in formal educational contexts. And to conclude, we identified Structural Axes of Scientific Literacy: proposal lines built from literature analyses that are considered to design teaching and learning sequences that aimed prompt opportunities to development of Scientific Literacy among students.

Keywords: scientific literacy; education; teaching and learning

Introdução

Este trabalho tem o objetivo de investigar a Alfabetização Científica, identificando como este processo pode ser iniciado em sala de aula e quais os elementos que nos fornecem evidências de que ela esteja, de fato, em desenvolvimento. Contudo, o primeiro obstáculo no estudo da Alfabetização Científica está na própria definição do conceito: muito abordado e discutido na literatura sobre Ensino de Ciências, ainda mostra-se amplo e, por vezes, controverso e diversas são as opiniões sobre como defini-lo e caracterizá-lo (Norris e Phillips, 2003, Laugksch, 2000, Bingle e Gaskell, 1994, Bybee e DeBoer, 1994). Por este motivo, decidimos apresentar uma revisão de importantes estudos na área de ensino de Ciências sobre o tema, com a pretensão de torná-lo mais claro quanto a sua compreensão e mais coeso quanto seus objetivos.

O termo “Alfabetização Científica”

Ao estudar a literatura estrangeira relacionada à Didática das Ciências, percebemos uma variação no uso do termo que defina o ensino de Ciências preocupado com a formação cidadã dos

[♦] Apoio: FAPESP

alunos para ação e atuação em sociedade. Os autores de língua espanhola, por exemplo, costumam utilizar a expressão “Alfabetización Científica” para designar o ensino cujo objetivo seria a promoção de capacidades e competências entre os estudantes capazes de permitir-lhes a participação nos processos de decisões do dia-a-dia (Membiela, 2007, Díaz, Alonso e Mas, 2003, Cajas, 2001, Gil-Pérez e Vilches-Peña, 2001); nas publicações em língua inglesa o mesmo objetivo aparece sob o termo “Scientific Literacy” (Norris e Phillips, 2003, Laugksch, 2000, Hurd, 1998, Bybee, 1995, Bingle e Gaskell, 1994, Bybee e DeBoer, 1994); e, nas publicações francesas, encontramos o uso da expressão “Alphabétisation Scientifique” (Fourez, 2000, 1994, Astolfi, 1995).

Para nós, pesquisadoras cuja língua materna é a portuguesa, o problema ganha novas proporções quando da tradução dos termos: a expressão inglesa vem sendo traduzida como “Letramento Científico”, enquanto as expressões francesa e espanhola, literalmente falando, significam “Alfabetização Científica”.

Dificuldades na tradução com o termo também são sentidas por pesquisadores falantes de outras línguas. É o caso do belga Gerard Fourez que na edição original de seu livro “Alphabétisation Scientifique et Technique”, destaca que “*é interessante perceber que, nos documentos da UNESCO, o termo inglês literacy (de scientific and technological literacy) é traduzido pela palavra “cultura” e não “alfabetização”.*” (1994, p.12, tradução nossa, grifo no original). O mesmo problema é enfrentado pelo sul-africano Rüdiger Laugksch que, em uma revisão sobre o tema, comenta que a expressão “*scientific literacy*” é utilizada nos trabalhos em inglês, enquanto que a literatura francófona utiliza a expressão “*la culture scientifique*”.

Devido à pluralidade semântica, encontramos hoje em dia, na literatura nacional sobre ensino de Ciências, autores que utilizam a expressão “Letramento Científico” (Mamede e Zimmermann, 2007, Santos e Mortimer, 2001), pesquisadores que adotam o termo “Alfabetização Científica” (Brandi e Gurgel, 2002, Auler e Delizoicov, 2001, Lorenzetti e Delizoicov, 2001, Chassot, 2000) e também aqueles que usam a expressão “Enculturação Científica” (Carvalho e Tinoco, 2006, Mortimer e Machado, 1996) para designarem o objetivo desse ensino de Ciências que almeja a formação cidadã dos estudantes para o domínio e uso dos conhecimentos científicos e seus desdobramentos nas mais diferentes esferas de sua vida. Podemos perceber que no cerne das discussões levantadas pelos pesquisadores que usam um termo ou outro estão as mesmas preocupações com o ensino de Ciências, ou seja, motivos que guiam o planejamento desse ensino para a construção de benefícios práticos para as pessoas, a sociedade e o meio-ambiente.

Os autores brasileiros que usam a expressão “Enculturação Científica” partem do pressuposto de que o ensino de Ciências pode e deve promover condições para que os alunos, além das culturas religiosa, social e histórica que carregam consigo, possam também fazer parte de uma cultura em que as noções, idéias e conceitos científicos são parte de seu *corpus*. Deste modo, seriam capazes de participar das discussões desta cultura, obtendo informações e fazendo-se comunicar.

Os pesquisadores nacionais que preferem a expressão “Letramento Científico” justificam sua escolha apoiando-se no significado do termo defendido por duas grandes pesquisadoras da Linguística: Angela Kleiman e Magda Soares. Soares (1998) define o letramento como sendo “*resultado da ação de ensinar ou aprender a ler e escrever: estado ou condição que adquire um grupo social ou um indivíduo como consequência de ter-se apropriado da escrita*” (p.18).

Kleiman (1995) comenta sobre a complexidade do conceito, mas adota sua definição como sendo o “*conjunto de práticas sociais que usam a escrita enquanto sistema simbólico e enquanto tecnologia, em contextos específicos para objetivos específicos*” (p.19).

Utilizamos a expressão “Alfabetização Científica” alicerçadas na idéia de alfabetização concebida por Paulo Freire:

“...a alfabetização é mais que o simples domínio psicológico e mecânico de técnicas de escrever e de ler. É o domínio destas técnicas em termos conscientes. (...) Implica numa autoformação de que possa resultar uma postura interferente do homem sobre seu contexto.” (p.111, 1980)

Assim pensando, a alfabetização deve desenvolver em uma pessoa qualquer a capacidade de organizar seu pensamento de maneira lógica, além de auxiliar na construção de uma consciência mais crítica em relação ao mundo que a cerca.

Paulo Freire ainda concebe a alfabetização como um processo que permite o estabelecimento de conexões entre o mundo em que a pessoa vive e a palavra escrita; e de tais conexões nascem os significados e as construções de saberes:

“De alguma maneira, porém, podemos ir mais longe e dizer que a leitura da palavra não é apenas precedida pela leitura do mundo mas por uma certa forma de “escrevê-lo” ou de “reescrevê-lo”, quer dizer, de transformá-lo através de nossa prática consciente. Este movimento dinâmico é um dos aspectos centrais, para mim, do processo de alfabetização.” (p. 20, 2005)

Nesse trabalho, defendemos uma concepção de ensino de Ciências que pode ser vista como um processo de “enculturação científica” dos alunos, no qual esperaríamos promover condições para que os alunos fossem inseridos em mais uma cultura, a cultura científica. Tal concepção também poderia ser entendida como um “letramento científico”, se a consideramos como o conjunto de práticas às quais uma pessoa lança mão para interagir com seu mundo e os conhecimentos dele. No entanto, usaremos o termo “alfabetização científica” para designar as idéias que temos em mente e que objetivamos ao planejar um ensino que permita aos alunos interagir com uma nova cultura, com uma nova forma de ver o mundo e seus acontecimentos, podendo modificá-los e a si próprio através da prática consciente propiciada por sua interação cerceada de saberes de noções e conhecimentos científicos, bem como das habilidades associadas ao fazer científico.

O Conceito de Alfabetização Científica

Para compreender o que seria a Alfabetização Científica, realizamos uma revisão do conceito na literatura da área de Didática das Ciências, e procuramos salientar algumas das preocupações consideradas na proposição da AC¹ como objetivo para a formação de cidadãos críticos para a atuação na sociedade.

Uma leitura histórica do conceito de Alfabetização Científica

Uma grande referência para este nosso estudo, citado em diversos trabalhos da área, é Paul Hurd, mencionado como o pesquisador que primeiro utilizou o termo *scientific literacy*. A expressão aparece em seu livro “Science Literacy: Its Meaning for American Schools”, publicado em 1958. Ao longo dos anos, Hurd continuou seus estudos enfocando o currículo de Ciências e deteremos atenção ao artigo “Scientific Literacy: New Minds for a Changing World”, de 1998.

¹ Algumas vezes utilizaremos a sigla AC para nos referirmos ao termo “Alfabetização Científica”. O uso se faz tão somente para garantir fluência à leitura.

Nesse trabalho, Hurd contextualiza a idéia de Alfabetização Científica comentando momentos e circunstâncias históricas importantes para o ensino de Ciências. Começa por lembrar que já por volta de 1620 o filósofo Francis Bacon alegava a necessidade de fazer com que as pessoas fossem preparadas intelectualmente para o bom uso de suas faculdades intelectuais, o que, segundo ele, se dá por meio de conhecimentos sobre as ciências. Hurd também faz menção a Thomas Jefferson que, em 1798, ocupando o cargo de vice-presidente dos Estados Unidos da América, reivindica que as ciências sejam ensinadas nas escolas, qualquer que seja o nível de ensino oferecido.

Outro filósofo mencionado por Hurd é Herbert Spencer que, em 1859, já mostrava a necessidade de as escolas ensinarem o que faz parte da vida cotidiana de seus alunos. Para Spencer, uma vez que a sociedade depende dos conhecimentos que a ciência constrói, é preciso que esta mesma sociedade saiba mais sobre a ciência em si e seus empreendimentos.

Hurd mostra que uma idéia muito similar é defendida por James Wilkinson, em 1847. Este membro do Royal College of Surgeons of London, em um trabalho intitulado “Science for All”, mostra que os objetivos que movem os cientistas são diferentes dos objetivos que trazem aqueles que buscam encontrar aplicações para os conhecimentos científicos. Wilkinson ainda comenta que, na escola, somente o resultado dos trabalhos de cientistas é apresentado aos alunos e a aplicação desses conhecimentos acaba não sendo abordada, o que torna a compreensão das ciências mais difícil.

Outro trabalho interessante para nossa contextualização histórica do conceito de Alfabetização Científica é o artigo de Rüdiger Laugksch publicado em 2000 e intitulado “Scientific Literacy: A Conceptual Overview”. Após realizar uma revisão na literatura publicada em língua inglesa sobre Alfabetização Científica, o autor nos fornece um bom estudo sobre o conceito e seu entendimento ao longo dos anos no artigo.

Laugksch logo percebe que este conceito pode receber diferentes significados e interpretações e, deste modo, considera a idéia de AC como um tanto difusa e controversa. Inicia, então, uma abordagem histórica em busca de um maior consenso além de especificar alguns fatores importantes envolvidos no entendimento e definição do que seja a AC. Para alcançar seu objetivo, Laugksch apresenta as idéias de alguns pesquisadores sobre a questão.

O autor mostra que, em 1966, Pella e seus colaboradores² já buscavam uma definição do conceito de AC, e, estudando trabalhos publicados à época, concluíram que para uma pessoa ser considerada alfabetizada cientificamente deve ter conhecimento das relações entre Ciência e Sociedade; saber sobre a ética que monitora o cientista; conhecer a natureza da ciência; diferenciar Ciência de Tecnologia; possuir conhecimento sobre conceitos básicos das ciências; e, por fim, perceber e entender as relações entre as ciências e as humanidades.

Outro trabalho citado por Laugksch foi aquele desenvolvido por Hazen e Trefil³ que estabelece uma distinção entre “fazer ciência” e “usar ciência”. Esses autores propõem que não é necessário que a população em geral saiba fazer pesquisa científica, mas deve saber como os novos conhecimentos produzidos pelos cientistas podem trazer avanços e consequências para sua vida e sociedade. Hazen e Trefil colocam ainda que a Alfabetização Científica é o conhecimento que devemos possuir para entender os resultados divulgados pela ciência. Assim, precisamos conhecer

² Pella et al (1966): Referents to scientific literacy. *Journal of Research in Science Teaching*, 4, 199-208.

³ Hazen e Trefil (1991): *Science Matters. Achieving scientific literacy*. New York, Anchor Books Doubleday.

não somente fatos, conceitos e teorias científicas, mas também um pouco sobre a história e a filosofia das ciências.

Nesse sentido, as idéias convergem para a cultura científica e suas especificidades. E assim como em qualquer outra cultura, entender quais suas regras e características para poder se comunicar com seus membros, exige que se tenha consciência de seus temas de interesse, de como tais temas foram trabalhados dentro da cultura, das relações existentes entre diferentes conhecimentos de seu escopo, além de perceber e reconhecer a estrutura por meio da qual se produzem tais conhecimentos e que permite o reconhecimento dos mesmos como próprios desta cultura.

Desemaranhando a idéia de Alfabetização Científica

Por ser um conceito complexo (e provavelmente por isso mesmo), a idéia de Alfabetização Científica é vista por alguns estudiosos como possuindo vieses distintos e necessários de serem observados para que seja compreendida e vislumbrada em diversas situações e ocasiões.

Em seu artigo supracitado, Laugksch menciona um trabalho realizado por Miller⁴ em que são apresentadas três “dimensões” para a AC: o entendimento da natureza da ciência; a compreensão de termos e conceitos chave das ciências; e, o entendimento dos impactos das ciências e suas tecnologias. O autor também cita o trabalho de Shamos⁵ que, assim como Miller, confere três extensões para a AC: cultural, funcional e verdadeira. A primeira forma estaria relacionada à cultura científica da qual tratamos anteriormente, suas especificidades e como suas construções relacionam-se com a sociedade; a forma funcional da AC aconteceria quando a pessoa soubesse sobre os conceitos e idéias científicos e utilizasse-os de maneira adequada para se comunicar, ler e construir novos significados; e, por fim, a AC verdadeira ocorreria quando a pessoa entendesse como uma investigação científica se passa e esboçasse apreço pela natureza da ciência.

Uma idéia semelhante a de Shamos é defendida por Rodger Bybee, no artigo “Achieving Scientific Literacy”, de 1995. Bybee descreve o que chama de “dimensões da Alfabetização Científica”: AC funcional, AC conceitual e procedimental e AC multidimensional.

Vale mencionar que estas categorias propostas por Bybee centram-se nos processos de incorporação de conhecimento científico em situações de sala de aula. Assim, a AC funcional seria aquela em que se considera o vocabulário das ciências, ou seja, termos próprios e específicos das ciências usados por cientistas e técnicos. Sobre isso, Bybee realça a importância de que os estudantes saibam ler e escrever textos em que o vocabulário das ciências é usado. O autor classifica a AC conceitual e procedimental como a categoria em que se espera que os estudantes percebam as relações existentes entre as informações e os experimentos adquiridos e desenvolvidos por uma comunidade e o estabelecimento de idéias conceituais, ou seja, espera-se que esses estudantes possuam conhecimentos sobre os processos e ações que fazem das ciências um modo peculiar de se construir conhecimento sobre o mundo. Por fim, Bybee une estas idéias, ou seja, a necessidade de que os estudantes conheçam o vocabulário das ciências e saibam utilizá-lo de maneira adequada, e a importância que também compreendam como a ciência constrói conhecimento dos fenômenos naturais, para que, assim, percebam o papel das ciências e tecnologias em sua vida. Entender e analisar racionalmente estas relações são algumas das características daquilo que Bybee chama de AC multidimensional.

⁴ Miller (1983): Scientific Literacy: a conceptual and empirical review. *Daedalus*, 112 (2), 29-48.

⁵ Shamos (1995): *The Myth of Scientific Literacy*. New Brunswick, NJ: Rutgers University Press.

Também preocupado com a formação escolar dos cidadãos, no livro “Alphabétisation Scientifique et Technique – Essai sur les finalités de l’enseignement des sciences” (1994), como o próprio título já indica, Gerard Fourez tece valiosos argumentos sobre a relevância da Alfabetização Científica e Tecnológica; e compara a importância desta alfabetização nos dias atuais e para a sociedade atual com a importância que teve o processo de alfabetização no final do século XIX para aquela sociedade. Parte, pois, da idéia de que a AC é a promoção de uma cultura científica e tecnológica e, assim sendo, argumenta que ela é necessária como fator de inserção dos cidadãos na sociedade atual.

Fourez lembra de alguns momentos históricos marcantes para o currículo de ciências no século passado e destaca que muitas das iniciativas tinham o propósito de formar indivíduos especializados em suas funções, fossem esses cientistas ou técnicos. O ensino de ciências objetivava, pois, a produção cada vez maior de novos conhecimentos sobre o mundo natural e a criação de novas tecnologias. Contudo, tendo em vista que o ensino de ciências tomou a dimensão de aulas de transmissão dogmática de conceitos e teorias, pouco ou nenhum espaço foi oferecido para discussões que permitissem entender como a ciência e seus significados são construídos. A partir desta realidade, Fourez afirma a necessidade de se “*renovar o ensino de ciências e de religá-lo ao seu contexto humano*” (p.16, tradução nossa), e entende esta renovação como a combinação de alguns eixos: o econômico político, o social e o humanista.

A Alfabetização Científica e o currículo de Ciências

Hurd (1998) comenta sobre as modificações sofridas pelos currículos de Ciências nos Estados Unidos da América ao longo do século XX. O autor lembra que na década de 1930 surgiram algumas manifestações a favor de um currículo que levasse em conta as dimensões sócio-culturais das ciências, ou seja, um currículo que considerasse o impacto do progresso promovido por esses conhecimentos e suas aplicações na vida, sociedade e cultura de cada pessoa. Outro momento marcante, como ressalta Hurd, são os anos pós Segunda Guerra Mundial, quando o mundo todo e, conseqüentemente, as Ciências sofreram mudanças. Alterações na prática científica representaram impactos para as dimensões social, econômica e política de diversos países, além de alterações no modo de vida das pessoas. Programas de ensino de Ciências começaram a ser repensados e replanejados por todo o mundo e, muitos deles, visavam a formação de jovens cientistas. A este respeito, Hurd afirma que os currículos de ciências nas décadas de 1950 e 1960 enfatizavam o “*entendimento das estruturas clássicas das disciplinas científicas e seu modo de investigação*” (1998, p.408, tradução nossa).

Laugksch (2000) enfatiza esta preocupação nos anos 1950 e 1960, mais acentuada nos países desenvolvidos, de se formar estudantes com habilidades capazes de despertarem-lhes o desejo de trabalharem na pesquisa científica. Qualifica, então, este período como a época de legitimação do conceito de AC, embora lembre que, no mesmo período, o conceito ainda não era foco de atenção de pesquisadores em ensino e, portanto, estava longe de possuir uma definição minimamente clara. Laugksch mostra-nos que nas duas décadas seguintes começam a se desenrolar diversas tentativas de interpretação do significado da AC. Ele ainda ressalta que, preocupado com a competitividade econômica, o governo dos Estados Unidos da América, em especial, volta a se preocupar com os rumos do ensino das ciências e a AC paulatinamente torna-se um objetivo nas escolas daquele país.

Remetendo-se aos dias atuais, Hurd (op.cit.) mostra que nos anos 1990 a atenção começa a recair sobre os aspectos funcionais da relação Ciência/Tecnologia e em como esta relação afeta nosso bem estar, o desenvolvimento econômico e o progresso da sociedade.

Corroborando esta afirmação, é importante mencionar que, nesta época em que vivemos, repleta de inovações tecnológicas contribuindo para nosso bem-estar e saúde, e em que os conhecimentos científicos podem, mais do que nunca, tornarem-se bens de consumo, os estudos sobre a natureza e os seres vivos cada vez mais são realizados por grupos de pesquisa e são analisados por áreas de conhecimento distintas. Nesse sentido, Hurd destaca que as pesquisas científicas têm hoje um caráter amplamente social podendo mesmo envolver profissionais especialistas em diversas disciplinas. Assim sendo, as relações entre as Ciências, as Tecnologias e a Sociedade tornaram-se mais fortes.

Um outro trabalho relevante é o estudo realizado por Rodger Bybee e George DeBoer, em 1994, “Research on Goals for the Science Curriculum”. Nesta pesquisa, os autores procuram responder ao que chamam de “questões básicas para o currículo de ciências”: *que ciência deveria ser aprendida e por que os estudantes deveriam aprender ciências?*

Como respostas a estas questões, Bybee e DeBoer mostram preocupação em que as aulas de ciências ensinem os conceitos, leis e teorias científicas, os processos e métodos por meio dos quais esses conhecimentos são construídos, além de trabalharem com os alunos as aplicações das ciências, revelando as relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade.

É importante ressaltar também que os autores apontam para a necessidade de um currículo de ciências que seja voltado para a formação pessoal, e, seguindo o mesmo raciocínio que o proposto por Hurd (1998), apóiam esta idéia na importância de que o currículo acompanhe as mudanças sócio-históricas. Para tanto, Bybee e DeBoer afirmam:

O currículo de ciências deve ser relevante para a vida de todos os estudantes, e não só para aqueles que pretendem seguir carreiras científicas, e os métodos de instrução devem demonstrar cuidados para a diversidade de habilidades e interesses dos estudantes. (1994, p.376, tradução nossa)

Para reforçar esta idéia, os autores defendem a opinião de que o alfabetizado cientificamente não precisa saber tudo sobre as ciências (mesmo aos cientistas isso não é possível!), mas que deve ter conhecimentos suficientes de vários campos delas e saber sobre como esses estudos se transformam em advenços para a sociedade. Nesse sentido, Bybee e DeBoer recorrem às proposições do National Science Teacher Association (NSTA) para enfatizar o desenvolvimento pessoal como **objetivo maior** do currículo de ciências, ou seja, a AC. O foco deixa de estar somente sobre o ensino de conceitos e métodos das ciências, mas também recai sobre a natureza das ciências e suas implicações mútuas com a sociedade e ambiente.

Pensando nos motivos sócio-econômicos, culturais, cívicos e práticos das decisões a serem tomadas no dia a dia, Díaz, Alonso e Mas (2003) mencionam a Alfabetização Científica como uma atividade que se desenvolve gradualmente ao longo da vida e, assim, a vêem conectada às características sociais e culturais do indivíduo. Deste modo, os autores defendem a idéia de que seja impossível existir um modelo universal para a execução prática da AC em salas de aulas, visto que os objetivos mais específicos variam de acordo com o contexto sociocultural em que os estudantes estão imersos. De qualquer modo, Díaz, Alonso e Mas consideram que:

*“... a alfabetização científica é a finalidade mais importante do ensino de Ciências; estas razões se baseiam em benefícios **práticos pessoais, práticos sociais, para a própria cultura e para a humanidade**, os quais se obtêm por meio da combinação de duas escalas binárias: individual/grupal e prática/conceitual, dando lugar aos quatro domínios indicados.” (p. 3, tradução nossa, ênfase no original)*

Com a mesma preocupação de buscar relacionar a aprendizagem com o contexto social, Maria Pilar Jiménez-Aleixandre (2004), no artigo “La Catástrofe del *Prestige*: Racionalidad Crítica versus Racionalidad Instrumental”, concebe a Alfabetização Científica como essencial para a participação na prática social.

A distinção que a autora tece entre os dois tipos de racionalidade propostos esboça-se na idéia de que, comumente, a racionalidade instrumental está ligada ao caráter técnico da resolução de problemas práticos enquanto que a racionalidade crítica busca tecer relações considerando distintos argumentos e evidências e preocupando-se com os desdobramentos sociais, ambientais, econômicos e/ou políticos das soluções alcançadas. Jiménez-Aleixandre (op.cit.) propõe, então, que o ensino de Ciências dê condições para que os alunos entrem em contato com os conhecimentos científicos localizando-o socialmente⁶ com o propósito de criar condições para que esses estudantes participem das decisões referentes a problemas que os afligem. A autora clama, pois, por um currículo de Ciências “*como um organismo mais do que uma justaposição de elementos*” (p.315, tradução nossa), rompendo com a idéia de disciplinas “engessadas” que não dialogam entre si, e almejando, com isso, a aprendizagem como participação na prática social.

Após a apresentação destas discussões, reforçamos aqui o pressuposto de que o ensino de Ciências pode e deve partir de atividades problematizadoras, cujas temáticas sejam capazes de relacionar e conciliar diferentes áreas e esferas da vida de todos nós, ambicionando olhar para as ciências e seus produtos como elementos presentes em nosso dia-a-dia e que, portanto, apresentam estreita relação com nossa vida.

Vislumbrar as ciências sem esquecer das relações existentes entre seus conhecimentos, os adventos tecnológicos e seus efeitos para a sociedade e o meio-ambiente é o objetivo que os currículos de Ciências parecem almejar quando se têm em mente a AC.

Alfabetizados Cientificamente: O que é? Quem é? Quais as habilidades?

No artigo “How Literacy in Its Fundamental Sense is Central to Scientific Literacy”, publicado em 2003, Stephen Norris e Linda Phillips exploram a idéia de alfabetização e mostram a importância de se saber ler e escrever para que haja a Alfabetização Científica.

Para esses autores, ler e escrever são habilidades fundamentais para a AC, uma vez que todos os conhecimentos científicos existentes e aceitos pela comunidade científica precisam passar por avaliações e julgamentos que se dão, na grande maioria das vezes, por meio de publicação de artigos e teses. Norris e Phillips, no entanto, fazem questão de enfatizar que ter habilidades de leitura e escrita são condições necessárias, mas não suficientes para a AC.

“Ler e escrever estão intrinsecamente ligados à natureza da ciência e ao fazer científico e, por extensão, ao aprender ciência. Retirando-os, lá se vão a ciência e o próprio ensino de ciências também, assim como remover a observação, as medidas e o experimento destruiriam a ciência e o ensino dela.”
(2003, p.226, tradução nossa)

⁶ Para tanto, Jiménez-Aleixandre apresenta um exemplo de proposta de aulas nas quais se discute a tragédia que dá nome ao artigo e que se refere ao derramamento de óleo no mar por um cargueiro e às consequências sociais, ambientais e econômicas desse acidente para a população que vive próxima à área afetada e que utiliza as águas marinhas seja para atividades de lazer ou para atividades comerciais.

Desta maneira, os autores ressaltam a necessidade de leitura e escrita também nas aulas de Ciências, evocando a idéia de que um texto escrito traz consigo muitos dos elementos do “fazer científico”. Para Norris e Phillips, sem textos, a construção de conhecimentos científicos não seria possível, uma vez que a ciência depende:

“(a) da gravação e apresentação e re-apresentação de dados; (b) da decodificação e preservação da ciência aceita para outros cientistas; (c) da revisão de idéias por cientistas em qualquer lugar do mundo; (d) da reexaminação crítica das idéias quando elas são publicadas; (e) da futura conexão das idéias que foram desenvolvidas anteriormente; (f) da comunicação das idéias científicas entre aqueles que nunca se encontraram e mesmo entre aqueles que não viveram na mesma época; (g) da decodificação de posições variantes; e (h) do enfoque da atenção combinada no conjunto das idéias fixadas para o propósito da interpretação, predição, explicação ou teste.”
(p.233, tradução nossa)

Norris e Phillips ainda chamam nossa atenção para o fato de que um texto escrito, para ser compreendido, é interpretado pelo leitor. Nesta interpretação, o leitor procura relacionar seus conhecimentos com aqueles que estão sendo apresentados ali; e isso permite ao leitor uma leitura mais completa do texto, relacionando informações do texto com outras obtidas em outras situações ou leituras realizadas.

De qualquer modo, é bom ressaltar, como os próprios autores afirmam, que mesmo havendo possibilidades para que o leitor interaja com o texto, qualquer leitura, incluindo a científica, deve ocorrer dentro dos limites de inteligibilidade do que se pretende divulgar com aquele texto. Assim, os conhecimentos que o leitor já possui sobre tópicos tratados no texto devem ser vistos como os “rastros” encontrados na leitura que levam à compreensão.

Gérard Fourez (1994), em seu livro já aqui citado, também apresenta algumas das habilidades que considera necessárias para a classificação de uma pessoa como alfabetizada cientificamente. Ele cita os critérios propostos pela Associação de Professores de Ciências dos Estados Unidos (NSTA)⁷.

***Uma pessoa alfabetizada científica e tecnologicamente:
Utiliza os conceitos científicos e é capaz de integrar valores, e sabe fazer por tomar decisões responsáveis no dia a dia.***

A explicitação desta habilidade versa sobre a educação dos cidadãos visando a tomada de decisões políticas e/ou éticas sobre assuntos que envolvem as ciências e suas tecnologias. Segundo Fourez (1994)), “*essa proposição considera como inaceitável ensinar as ciências de maneira exclusivamente teórica que as mostre sem vínculo com a possibilidade de realizações na vida cotidiana*” (p.19, tradução nossa).

Compreende que a sociedade exerce controle sobre as ciências e as tecnologias, bem como as ciências e as tecnologias refletem a sociedade.

⁷ Além das citações destacadas de trechos do texto original para ilustrar as discussões destacadas, nas próximas páginas, apresentaremos em caracteres itálicos, as proposições tal qual Fourez traz em seu livro (ênfases do original serão mantidas e apresentadas). Todas as traduções foram feitas por nós. Nossas observações a cada uma das proposições de Fourez aparecem caracteres normais.

É importante destacar, tendo em mente esta habilidade, que a sociedade, compreendendo e reconhecendo seu papel, deveria exercer verdadeiramente esta função no controle das decorrências que o uso das ciências e das tecnologias representam.

A cada dia, relatos de pesquisa sobre o futuro do planeta surgem e, na maioria das vezes, suas conclusões são alarmantes quanto ao que há de ser. Documentos oficiais são escritos, mas condescendências são abertas em prol do dito progresso econômico e social⁸.

Compreende que a sociedade exerce controle sobre as ciências e as tecnologias por meio do viés das subvenções que a elas concede.

Aqui, temos explicitada a idéia anteriormente comentada nesse capítulo a respeito dos fatores sociais, políticos e/ou econômicos que cerceiam a atividade científica, e, portanto, Fourez reconhece como uma habilidade do alfabetizado cientificamente saber que é direito da sociedade controlar racionalmente o uso dos conhecimentos científicos e tecnológicos uma vez que é esta mesma sociedade quem fomenta a atividade dos cientistas.

Reconhece também os limites da utilidade das ciências e das tecnologias para o progresso do bem-estar humano.

Com esta proposição, Fourez apresenta a necessidade de que a ciência e seus empreendimentos sejam reconhecidos pelos benefícios que podem ofertar à sociedade. Por outro lado, ele nos lembra que, em certas situações, as ciências e suas tecnologias podem ser usadas como instrumentos para a opressão. Considerando esse panorama, Fourez defende a necessidade de um ensino que desenvolva o espírito crítico nos alunos com o objetivo de que sejam capazes de perceber os benefícios e malefícios provenientes das inovações científicas e tecnológicas e, na medida do possível, estabeleçam julgamentos quanto a esses.

Conhece os principais conceitos, hipóteses e teorias científicas e é capaz de aplicá-los.

Ainda que, como o próprio Fourez se propõe a discutir, possa haver imprecisão ao pensar em quais seriam os principais conceitos e teorias científicas, esta proposição visa a atender necessidades em dois sentidos: um instrumental e outro cultural. O primeiro deve possibilitar à pessoa a falar sobre ciências e suas idéias e o segundo, proporcionar conhecimentos que levem esta pessoa a perceber quais as implicações de uma teoria.

Fourez ressalta então que “o objetivo da Alfabetização Científica e Tecnológica não é uma série de conhecimentos particulares, mas um conjunto global que nos permite reconhecemo-nos no universo” (p.23, tradução nossa).

Aprecia as ciências e as tecnologias pela estimulação intelectual que elas suscitam.

Esta proposição pode se relacionar tanto com o sentido instrumental quanto com o cultural, que discutimos anteriormente. Reflete o prazer intelectual frente a um desafio científico; seja este prazer advindo da investigação prática de um fenômeno, seja a discussão sobre o universo e seus entes.

⁸ Estamos nos referindo, mais especificamente, aos relatórios que versam sobre o aquecimento global e aos documentos que buscam trazer normas e leis para evitar um problema maior do que este com o qual hoje já convivemos. Normas e leis estas que não recebem apoio de países que, em busca de crescimentos industriais e econômicos cada vez maiores, transgridem acordos ou, pior ainda, deixam de reconhecer a necessidade de respeitá-los.

Compreende que a produção dos saberes científicos depende, ao mesmo tempo, de processos de pesquisas e de conceitos teóricos.

Com esta proposição, deve-se trabalhar o caráter humano e social do fazer científico, seja na tomada de decisões quanto a métodos de trabalho e investigação, seja na necessidade de levantar recursos e fontes de fomento para as pesquisas. De acordo com Fourez, “a proposição sugere, então, que não serão alfabetizados aqueles e aquelas que não tiveram consciência das estruturas sociais necessárias ao desenvolvimento das tecnociências” (1994, p.24, tradução nossa).

Segundo esta proposição, é necessário também que as pessoas tenham, ao menos, mínimos conhecimentos sobre epistemologia.

Faz a distinção entre os resultados científicos e a opinião pessoal.

Aqui, apresenta-se a polaridade existente entre as opiniões pessoais, logo, subjetivas, e as proposições objetivas próprias das ciências. É importante ainda lembrar que mesmo as proposições científicas não são imutáveis, pois advêm da construção por uma comunidade específica, logo, imersa em um conjunto próprio de práticas, regras e valores.

Reconhece a origem da ciência e compreende que o saber científico é provisório, e sujeito a mudanças a depender do acúmulo de resultados.

Nesse ponto, Fourez ressalta a necessidade de se compreender que as ciências estão sujeitas a alterações dependendo das interações sócio-históricas; e, sendo assim, mesmo que necessárias ao se explorar um problema, as informações, como são encontradas, organizadas e compreendidas, não são os únicos responsáveis e reguladores do crescimento das ciências.

Compreende as aplicações das tecnologias e as decisões implicadas nestas utilizações.

Como Fourez ressalta, esta proposição pode ser entendida de duas maneiras: uma delas seria a compreensão das aplicações das tecnologias em sentido instrumental, ou seja, a habilidade de compreender o funcionamento de um aparelho e saber utilizá-lo; por outro lado, esta proposição pode se referir à compreensão de como certas tecnologias desenvolvidas estão imbricadas com o desenvolvimento de uma época e/ou sociedade.

Quanto a esta segunda colocação, Fourez afirma que:

“...a Alfabetização Científica e Tecnológica é mais do que a aprendizagem de receitas ou mesmo de comportamentos intelectuais face a ciência e a tecnologia: ela implica uma visão crítica e humanista da forma como as tecnologias (e mesmo as tecnologias intelectuais, que são as ciências) moldam nossa maneira de pensar, de nos organizar e de agir.” (1994, p.26, tradução nossa)

Possua suficientes saber e experiência para apreciar o valor da pesquisa e do desenvolvimento tecnológico.

Há duas facetas ligadas a esta proposição: uma delas refere-se ao conhecimento que se tem e/ou se procura ter sobre as ciências como forma de apreciá-las assim como a outras construções culturais da humanidade. A outra faceta faz referência à importância de que os cidadãos tenham conhecimentos sobre as ciências como requisito para que possam se posicionar politicamente quanto às questões que envolvam as ciências e as tecnologias.

Extraia da formação científica uma visão de mundo mais rica e interessante.

Não se destaca, com esta proposição, uma visão de mundo mais rica apenas pelo fato de se ver as ciências e suas teorias como construções humanas, mas também se destaca o apreço e prazer na compreensão dos fenômenos e elementos naturais que fazem parte de nosso dia-a-dia, bem como o reconhecimento da importância das ciências para e na história da humanidade. Segundo Fourez, “para que as ciências enriqueçam uma visão de mundo, é preciso que elas sejam estudadas relacionadas aos projetos humanos que contribuíram para sua elaboração” (1994, p.27, tradução nossa).

Conheça as fontes válidas de informação científica e tecnológica e recorra a elas quando diante de situações de tomada de decisões.

Nesta proposição, Fourez destaca três objetivos: o primeiro refere-se ao conhecimento de fontes de informação; o segundo, ao *saber fazer* para selecionar as informações necessárias a cada situação; e o terceiro destaca o papel de se criar o hábito de realizar verdadeiras investigações como forma de colocar em prática os dois objetivos anteriores.

Por fim, Fourez propõe a necessidade de que também exista:

Uma certa compreensão da maneira como as ciências e as tecnologias foram produzidas ao longo da história.

Vemos aqui serem reforçados alguns pontos implícitos nas proposições anteriores. Com esta remarca, Fourez enfatiza a necessidade de se conhecer as dimensões culturais, econômicas e sociais que acompanham o desenvolvimento das ciências e das tecnologias, pois, segundo ele, “devemos duvidar de que seja alfabetizado científica e tecnologicamente aquela pessoa que não seja consciente da página da história da humanidade escrita por meio da produção das ciências e das tecnologias” (1994, p.29, tradução nossa).

Frente a tantas proposições apontando as habilidades necessárias de se levar em conta para compreender alguém como alfabetizado cientificamente, enfrentamos, agora, o grande problema de pensar e planejar o ensino de ciências de modo que, gradativamente, cada uma destas habilidades vá se tornando uma habilidade dos estudantes. Sabemos que esta meta não é fácil de ser atingida e partimos do pressuposto de que a AC não pode ser considerada completa nos anos que encerram o Ensino Fundamental, considerando que está em constante transformação. Contudo, conforme nos mostram Lorenzetti e Delizoicov (2001), é certo que o trabalho com estas habilidades já pode e deve se iniciar nos anos iniciais do Ensino Fundamental.

A Alfabetização Científica na Escola Básica

Tendo construído as bases sobre as quais nos apoiamos para compreender o que seja a Alfabetização Científica, o que deve ser considerado para classificar uma pessoa como alfabetizada cientificamente, e como a AC pode ser considerada no currículo de Ciências, passamos agora a nos preocupar com a AC durante a escolarização básica e nas ações que podem ser desempenhadas para que o ensino nestas etapas permita aos alunos começarem a trilhar o caminho rumo à Alfabetização Científica.

Iniciando a discussão, fazemos referência ao artigo de Jay Lemke, publicado em 2006 e intitulado “Investigar para el Futuro de la Educación Científica: Nuevas Formas de Aprender, Nuevas Formas de Vivir”. Aqui, Lemke afirma que as novas tecnologias de informação e comunicação permitem aos estudantes de hoje o contato com as ciências e os fenômenos do mundo natural de diversas formas possíveis.

Dadas estas novas oportunidades de ensino, surge a necessidade de se repensar e reavaliar o ensino de Ciências em voga nas escolas. A primeira questão que Lemke explora centra-se nos diferentes níveis de ensino e nas especificidades a serem consideradas em relação às idades dos estudantes de cada um desses níveis. A este respeito, o autor afirma:

“Com os estudantes mais jovens devemos trabalhar para criar um compromisso mais profundo com o fantástico dos fenômenos naturais. Com os estudantes maiores precisamos apresentar uma imagem mais honesta tanto dos usos prejudiciais como dos benefícios das ciências.” (p.6, tradução nossa)

Lemke então põe em evidência o quão favorável pode se tornar o efeito inesperado, encantador e extraordinário que os fenômenos naturais (mesmo os mais simples e corriqueiros) apresentam quando nos colocamos a pensar sobre eles. É interessante notar que, desse modo, Lemke mostra preocupação em tornar o estudo das ciências mais prazeroso e adequado às habilidades e anseios de cada faixa etária. Assim, ele propõe objetivos diferentes para cada idade:

“Para as crianças pequenas: apreciar e valorizar o mundo natural, potencializados pela compreensão, mas sem abandonar o mistério, a curiosidade e o surpreendente.

Para as crianças de idade intermediária: desenvolver uma curiosidade mais específica sobre como funcionam as tecnologias e o mundo natural, como desenvolver e criar objetos e como cuidar deles, e um conhecimento básico da saúde humana.

Para o ensino médio: proporcionar a todos um caminho potencial para as carreiras científicas e de tecnologia, proporcionar informações sobre a visão científica do mundo, que é de utilidade comprovada para muitos cidadãos, comunicar alguns aspectos do papel da ciência e da tecnologia na vida social, ajudar a desenvolver habilidades de raciocínio lógico complexo e o uso de múltiplas representações.” (p.6, tradução nossa)

O autor ainda ressalta que o ensino de ciências não deve almejar somente a formação de futuros cientistas, mas deve possibilitar que todos os estudantes tomem “*decisões pessoais ou políticas inteligentes sobre questões médicas ou tecnológicas*” (2006, p.11, tradução nossa). Quanto a isto, Lemke lembra que a maioria dos adultos escolarizados não possui estas habilidades, ou seja, ao terminarem seus estudos, os jovens não estão alfabetizados cientificamente. Sua idéia para começar a reverter este quadro é a elaboração de um currículo que privilegie os objetivos acima descritos e que, deste modo, possibilite aulas e atividades nas quais os alunos trabalhem ativamente resolvendo e/ou discutindo problemas referentes às ciências e às suas tecnologias. Lemke ainda menciona não existir um caminho único a seguir para alcançar tais objetivos apoiando-se na idéia de que os fenômenos educacionais são mais complexos e envolvem uma variedade muito maior de fatores do que os fenômenos do mundo natural.

*“Temos que chegar a compreender **como** a ciência e a educação científica **podem** ajudar a nos ajudarmos. A educação científica ainda tem um grande potencial para o bem, mas somente se tomamos o verdadeiro caminho da ciência, rejeitando como tem se feito, e explorando juntos novas formas de pensar, ensinar e aprender.”* (p.11, tradução nossa, ênfase no original)

Um bom exemplo desse pensamento exposto por Lemke pode ser encontrado no artigo de Maria Pilar Jiménez-Aleixandre (2004), já citado nesse trabalho, “La Catástrofe del *Prestige*: Racionalidad Crítica *versus* Racionalidad Instrumental”. A autora descreve uma experiência didática cujo tema central é a discussão de uma catástrofe ambiental real ocorrida em regiões próximas às escolas que são foco de seu trabalho: os danos sócio-ambientais que o derramamento de óleo no mar por um navio cargueiro veio a representar para a população local⁹. Os debates extravasam a sala de aula e a proposta engloba os diversos professores e profissionais da escola, bem como atinge pais e responsáveis pelos alunos em uma discussão sobre formas de amainar os prejuízos que esta tragédia lhes trouxe e meios que permitam evitar um outro acidente tão grave quanto esse.

O que se tem claro, portanto, nas idéias tanto de Jiménez-Aleixandre quanto de Lemke é o planejamento e a proposição de um ensino de Ciências capaz de fornecer subsídios para que os alunos reflitam sobre problemas que os afligem e busquem soluções e medidas cujas metas visem o futuro sustentável do planeta.

Também preocupados com o ensino de ciências que promova a Alfabetização Científica, Daniel Gil-Pérez e Amparo Vilches-Peña (2001), no texto “Una Alfabetización Científica para el Siglo XXI: Obstáculos e Propuestas de Actuación”, defendem um currículo que leve à imersão dos estudantes na cultura científica ao mesmo tempo em que inicie a preparação daqueles que, eventualmente, desejem seguir carreiras científicas e técnicas.

Fazendo referência a documentos oficiais da UNESCO e da organização norte-americana National Science Education Standards, Gil-Pérez e Vilches-Peña afirmam ser esperado que por meio da AC os cidadãos usem informações que possuem sobre ciências para tomar decisões e realizar opções; que possam se envolver com discussões públicas sobre ciência e tecnologia; e que compreendam como se constroem os conhecimentos científicos.

Os autores ainda destacam que o ensino de Ciências não deve se restringir à transmissão de conhecimentos, mas deve mostrar aos alunos a natureza da ciência e a prática científica e, sempre que possível, explorar as relações existentes entre ciência/tecnologia/sociedade. Tendo esse objetivo, os autores propõem o ensino por investigação como “*uma forma excelente de favorecer a Alfabetização Científica*” (2001, p.32, tradução nossa), defendendo um currículo baseado em propostas de situações problemáticas nas quais os alunos se envolvam na busca por uma resposta.

Com a mesma preocupação, Leonir Lorenzetti e Demétrio Delizoicov, no artigo “Alfabetização Científica no Contexto das Séries Iniciais”, publicado em 2001, propõem um ensino de Ciências que não almeje tão somente a formação de futuros cientistas, mas capaz de fornecer subsídios para que os alunos sejam capazes de compreender e discutir os significados dos assuntos científicos e os apliquem em seu entendimento do mundo.

“A alfabetização científica no ensino de Ciências Naturais nas séries iniciais é aqui compreendida como o processo pelo qual a linguagem das Ciências Naturais adquire significados, constituindo-se um meio para o indivíduo ampliar seu universo de conhecimento, a sua cultura, como cidadão inserido na sociedade.” (p.43)

⁹ O trabalho, segundo a autora, foi desenvolvido em dois níveis de ensino da escolarização básica (aqueles que correspondem aos nossos Ensino Fundamental e Ensino Médio). Assim, este exemplo serve para ilustrar a importância e a viabilidade de propostas que discutam as Ciências, as Tecnologias e a Sociedade de modo integrado para se desenvolver entre os alunos a capacidade crítica frente a problemas relacionados a elas que venham a fazer parte de seu dia-a-dia.

Os autores também dão atenção à discussão de que o ensino não deve se restringir a aprendizagem de vocabulário, informações e fatos vinculados à ciência, e enfatizam a necessidade de serem trabalhadas entre os alunos habilidades referentes aos processos pelos quais se constrói conhecimento científico, além de frisarem a importância de um ensino capaz de fazer com que os alunos vislumbrem as relações existentes entre os conhecimentos sistematizados pela escola e os assuntos com os quais se defrontam no dia a dia.

Pensando em formas de promover o início do processo de Alfabetização Científica nas aulas de Ciências dos primeiros anos do Ensino Fundamental, Lorenzetti e Delizoicov listam alguns possíveis tipos de atividades como, por exemplo, a visita a museus e teatros; a leitura de revistas e suplementos de jornais; pequenas excursões e saídas a campo; o uso do computador e da Internet como fontes de informações; além de aulas práticas com atividades experimentais; e, em relação a esse último, os autores comentam:

“O desenvolvimento dos conteúdos procedimentais será de fundamental importância durante a realização das aulas práticas. Observar atentamente o fenômeno em estudo, estabelecer hipóteses, testá-las via experimento, registrar os resultados, permite que os alunos ajam de forma ativa sobre o objeto de estudo, possibilitando uma melhor compreensão do experimento.” (p.46)

Idéias semelhantes a estas são discutidas por Carlos Emilio Reigosa Castro e Maria Pilar Jiménez Aleixandre no artigo “La Cultura Científica en la Resolución de Problemas en el Laboratorio”, publicado em 2000, no qual os autores analisam aulas em que os alunos trabalharam com atividades abertas de Física que prevêem o planejamento de experimentos para testar hipóteses construídas com o objetivo de resolver o problema a eles apresentado.

Reigosa Castro e Jiménez Aleixandre defendem a posição de que o levantamento de hipóteses, o teste destas, as discussões sobre os resultados obtidos e o registro das conclusões alcançadas são necessários no ensino de ciências como maneira de aproximar os alunos da prática científica. Argumentam, pois, a favor de um ensino que privilegie o desenvolvimento de habilidades em detrimento à apresentação de fatos e conceitos isolados.

Conscientes e anuentes de todas estas idéias, julgamos que o ensino de Ciências em todos os níveis escolares deva fazer uso de atividades e propostas instigantes. E com o uso do termo “instigantes” referimo-nos tanto à resolução de problemas e à exploração de fenômenos naturais, que, por si só, atingem a curiosidade e o interesse dos alunos devido à forma fantástica e ao caráter incrível que se possa mostrar, como também às discussões instigantes devido a sua própria temática. Por sua vez, estas discussões podem despertar o interesse dos alunos por fazerem parte de situações de seu dia a dia ou por indicarem que pensar sobre as ciências, suas tecnologias e as influências permitem-nos acreditar na possibilidade de um futuro sustentável.

É necessário, pois, a nosso ver, desenvolver atividades que, em sala de aula, permitam as argumentações entre alunos e professor em diferentes momentos da investigação e do trabalho envolvido. Assim, as discussões devem propiciar que os alunos levantem hipóteses, construam argumentos para dar credibilidade a tais hipóteses, justifiquem suas afirmações e busquem reunir argumentos capazes de conferir consistência a uma explicação para o tema sobre o qual se investiga.

Tão importante quanto estas discussões são os temas discutidos e os rumos que a discussão toma ao longo das colocações de alunos e professor. Em nossa opinião, tendo por objetivo iniciar a AC desses estudantes, é preciso que o ensino não se centre somente na manipulação de materiais

para a resolução de problemas associados a fenômenos naturais, mas que privilegie questionamentos e discussões que tragam à pauta as múltiplas e mútuas influências entre o fenômeno em si, seu conhecimento pela comunidade científica, o uso que esta comunidade e a sociedade como um todo fazem do conhecimento, além das implicações que isso representa para a sociedade, o meio-ambiente, o futuro de cada um de nós, de todos e do planeta.

Algumas outras considerações importantes sobre a Alfabetização Científica

No livro “Ensino de Ciências e Cidadania”, publicado em 2004, Myriam Krasilchik e Martha Marandino propõem atividades cujos objetivos centrais são ampliar a compreensão do papel que as ciências e seus conhecimentos representam para nossa sociedade. Para tanto, suas propostas têm enfoque interdisciplinar, pois as autoras acreditam na necessidade do envolvimento de diferentes campos de conhecimento, além de diversas parcerias: escola, comunidade e famílias, quando se almeja à AC.

Em uma apresentação que engloba o alcance e a importância dos conhecimentos científicos e tecnológicos em nossa sociedade, Krasilchik e Marandino apontam a necessidade de que os cidadãos sejam capazes de discernirem assuntos sobre ciências e emitirem julgamentos concernentes a tais saberes e suas implicações. Para as autoras, é importante que, ao se pensar a Alfabetização Científica, tenhamos em mente a ciência como parte de nossa cultura e, portanto, envolvendo discussões tanto sobre como seus conhecimentos foram sendo construídos ao longo dos anos, quanto debates acerca de avanços e prejuízos que suas tecnologias possam ter nos trazido.

Nesse mesmo sentido, Carlos Alberto Souza, Fábio da Purificação de Bastos e José André Peres Angotti, no artigo “Cultura Científico/Tecnológica na Educação Básica”, de 2007, discutem o distanciamento que julgam existir entre os conhecimentos referentes às ciências e suas tecnologias e a cultura da população em geral. Para eles, a existência e o uso de aparatos tecnológicos pelas pessoas em geral não implica necessariamente que tais equipamentos façam parte de sua cultura. Os autores então apontam a necessidade de mudanças nos currículos escolares de ciências com o objetivo de levar os alunos a perceberem a ciência como parte integrante de sua cultura.

Outro trabalho que menciona esta preocupação é a tese de João Zanetic (1989), “Física também é Cultura”, cujo argumento central é a proposição de uma reflexão sobre as possibilidades de se trabalhar esta disciplina em sala de aula considerando-a como mais um empreendimento humano.

No trabalho “Alfabetização Científico/Tecnológica Para Quê?”, de 2001, Décio Auler e Demétrio Delizoicov discutem a formação de professores de Ciências com o objetivo de mencionar a proposta de que temáticas CTS (Ciência/Tecnologia/Sociedade) sejam incorporadas ao currículo. Os autores mostram alguns resultados apontando a existência de três daqueles que chamam de “mitos” dos professores na compreensão das interações CTS: a crença na “*superioridade do modelo de decisões tecnocráticas*”; a “*perspectiva salvacionista da CT*”; e o “*determinismo tecnológico*”, e sugerem que a existência de mitos como esses pode ser uma das possíveis causas determinantes da postura passiva de certos professores acarretando a escolha recorrente pelo ensino estritamente relacionado aos conceitos científicos.

Os autores ressaltam a necessidade de “*construção de uma compreensão mais consistente sobre a produção e apropriação do conhecimento científico e tecnológico*” (2001, p.12) e indicam-nos a importância de um currículo de Ciências pautado não somente na apresentação de conceitos

científicos, informações e divulgação de aspectos científico-tecnológicos, mas um ensino planejado na problematização que envolva esses aspectos e na compreensão das interações CTS.

Nossas últimas considerações

Após esta revisão julgamos necessário tecer alguns comentários finais no que diz respeito ao tema “Alfabetização Científica” aqui discutido.

Primeiramente é preciso destacar a pluralidade semântica que subjaz às pesquisas e às idéias dos pesquisadores em relação à nomenclatura atribuída ao objetivo de preparar os alunos para a vida em sociedade, levando em conta sua atuação cidadã, crítica e responsável.

Percebemos que, tanto em âmbito internacional, com os trabalhos sobre “scientific literacy”, “alfabetización científica”, “alphabétisation scientifique”, como em âmbito nacional, com pesquisas sobre o “letramento científico”, “alfabetização científica” e “enculturação científica”, em concordância no que diz respeito às finalidades almejadas hoje em dia com a educação científica.

Percebemos ainda uma preocupação crescente, ao longo dos anos, em colocar a Alfabetização Científica com objetivo central do ensino de Ciências em toda a formação básica. Preocupação esta que, em nossa visão, encontra base, respaldo e consistência na percepção da necessidade emergente de formar alunos para atuação na sociedade atual, largamente cercada por artefatos da sociedade científica e tecnológica.

Por meio da revisão realizada sobre a Alfabetização Científica, pudemos perceber que diferentes autores listam diversas habilidades classificadas como necessárias de serem encontradas entre os alfabetizados cientificamente. Esse foi nosso ponto de partida para entender de que modo o ensino deve se estruturar se temos por objetivo o início do processo de Alfabetização Científica entre os alunos do Ensino Fundamental.

É interessante notar também que, embora haja listas diferentes sobre tais habilidades, os pontos discutidos nos trabalhos desta revisão, em seu âmago, explicitam informações comuns que nos permitem afirmar a existência de convergências entre as diversas classificações. Em nossa opinião, podemos agrupar estas confluências em três blocos que englobam todas as habilidades listadas pelos diversos autores anteriormente estudados. Demos o nome de *Eixos Estruturantes da Alfabetização Científica* para esses grupos pois, em nosso entendimento, esses três eixos são capazes de fornecer bases suficientes e necessárias de serem consideradas no momento da elaboração e planejamento de aulas e propostas de aulas que visando à Alfabetização Científica.

O primeiro desses três eixos estruturantes refere-se à *compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais* e concerne na possibilidade de trabalhar com os alunos a construção de conhecimentos científicos necessários para que seja possível a eles aplicá-los em situações diversas e de modo apropriado em seu dia-a-dia. Sua importância reside ainda na necessidade exigida em nossa sociedade de se compreender conceitos-chave como forma de poder entender até mesmo pequenas informações e situações do dia-a-dia.

O segundo eixo preocupa-se com a *compreensão da natureza das ciências e dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática*. Reporta-se, pois, à idéia de ciência como um corpo de conhecimentos em constantes transformações por meio de processo de aquisição e análise de dados, síntese e decodificação de resultados que originam os saberes. Com vista para a sala de aula, nos anos iniciais do Ensino Fundamental, esse eixo fornece-nos subsídios para que o caráter humano e social inerentes às investigações científicas sejam colocados em pauta. Além disso, deve trazer

contribuições para o comportamento assumido por alunos e professor sempre que defrontados com informações e conjunto de novas circunstâncias que exigem reflexões e análises considerando-se o contexto antes de tomar uma decisão.

O terceiro eixo estruturante da AC compreende o *entendimento das relações existentes entre ciência, tecnologia, sociedade e meio-ambiente*. Trata-se da identificação do entrelaçamento entre estas esferas e, portanto, da consideração de que a solução imediata para um problema em uma destas áreas pode representar, mais tarde, o aparecimento de um outro problema associado. Assim, este eixo denota a necessidade de se compreender as aplicações dos saberes construídos pelas ciências considerando as ações que podem ser desencadeadas pela utilização dos mesmos. O trabalho com este eixo deve ser garantido na escola quando se tem em mente o desejo de um futuro sustentável para a sociedade e o planeta.

Em nossa concepção, as propostas didáticas que surgirem respeitando esses três eixos devem ser capazes de promover o início da Alfabetização Científica, pois terão criado oportunidades para trabalhar problemas envolvendo a sociedade e o ambiente, discutindo, concomitantemente, os fenômenos do mundo natural associados, a construção do entendimento sobre esses fenômenos e os empreendimentos gerados a partir de tal conhecimento.

Referências

- Astolfi, J.P. (1995). *Quelle Formation Scientifique pour l'École Primaire?*, Didaskalia, n.7, décembre.
- Auler, D. e Delizoicov, D. (2001). *Alfabetização Científico-Tecnológica Para Quê?*, Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências, v.3, n.1, junho.
- Bingle, W.H. e Gaskell, P.J. (1994). *Scientific Literacy for Decisionmaking and the Social Construction of Science Knowledge*, Science Education, v.78, n.2, 185-201.
- Brandi, A.T.E. e Gurgel, C.M.A. (2002). *A Alfabetização Científica e o Processo de Ler e Escrever em Séries Iniciais: Emergências de um Estudo de Investigação-Ação*, Ciência & Educação, v.8, n.1, 113-125.
- Bybee, R.W. (1995). *Achieving Scientific Literacy*, The Science Teacher, v.62, n.7, 28-33.
- Bybee, R.W. e DeBoer, G.E. (1994). *Research on Goals for the Science Curriculum*, In: Gabel, D.L.(ed.), Handbook of Research in Science Teaching and Learning, New York, McMillan.
- Cajas, F. (2001). *Alfabetización Científica y Tecnológica: La Transposición Didáctica Del Conocimiento Tecnológico*, Enseñanza de las Ciencias, v.19, n.2, 243-254.
- Carvalho, A.M.P. e Tinoco, S.C. (2006). *O Ensino de Ciências como 'enculturação'*. In: Catani, D.B. e Vicentini, P.P., (Orgs.). Formação e autoformação: saberes e práticas nas experiências dos professores. São Paulo: Escrituras.
- Chassot, A. (2000). *Alfabetização Científica – Questões e Desafios para a Educação*, Ijuí, Editora da Unijuí.
- Díaz, J.A.A., Alonso, A.V. e Mas, M.A.M. (2003). *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.
- Fourez, G. (2000). *L'enseignement des Sciences en Crise*, Le Ligneur.
- _____. (1994). *Alphabétisation Scientifique et Technique – Essai sur les finalités de l'enseignement des sciences*, Bruxelas: DeBoeck-Wesmael.

Freire, P. (2005). *A importância do ato de ler – em três artigos que se completam*, São Paulo: Cortez.

_____. (1980). *Educação como prática da liberdade*, São Paulo: Paz e Terra.

Gil-Pérez, D. e Vilches-Peña, A. (2001). *Una Alfabetización Científica para el Siglo XXI: Obstáculos y Propuestas de Actuación*, Investigación en la Escuela, v.43, n.1, 27-37.

Hurd, P.D. (1998). *Scientific Literacy: New Minds for a Changing World*, Science Education, v. 82, n. 3, 407-416.

Jiménez-Aleixandre, M.P. (2004). *La Catástrofe del Prestige: Racionalidad Crítica versus Racionalidad Instrumental*, Cultura y Educación, v.16, n.3, 305-319.

Kleiman, A.B. (1995). *Modelos de Letramento e as Práticas de Alfabetização na Escola*, In: Kleiman, A.B. (org.), *Os Significados do Letramento – Uma nova perspectiva sobre a prática social da escrita*, Campinas: Mercado das Letras.

Krasilchik, M. e Marandino, M. (2004). *Ensino de Ciências e Cidadania*, São Paulo, Moderna.

Laugksch, R.C. (2000). *Scientific Literacy: A Conceptual Overview*, Science Education, v.84, n.1, 71-94.

Lemke, J.L. (2006). *Investigar para el Futuro de la Educación Científica: Nuevas Formas de Aprender, Nuevas Formas de Vivir*, Enseñanza de las Ciencias, v.24, n.1, 5-12.

Lorenzetti, L. e Delizoicov, D. (2001). *Alfabetização científica no contexto das séries iniciais*, Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências, v.3, n.1, 37-50.

Mamede, M. e Zimmermann, E. (2007). *Letramento Científico e CTS na Formação de Professores para o Ensino de Física*, trabalho apresentado no XVI SNEF – Simpósio Nacional de Ensino de Física, São Luís.

Membiela, P., (2007). *Sobre La Deseable Relación entre Comprensión Pública de La Ciencia y Alfabetización Científica*, Tecné, Episteme y Didaxis, n.22, 107-111.

Mortimer, E.F. e Machado, A.H., (1996). *A Linguagem em uma Aula de Ciências*, Presença Pedagógica, v.2, n.11, 49-57.

Norris, S.P. e Phillips, L.M. (2003). *How Literacy in Its Fundamental Sense is Central to Scientific Literacy*, Science Education, v.87, n.2, 224-240.

Reigosa Castro, C. e Jiménez-Aleixandre, M.P. (2000). *La Cultura Científica en la Resolución de Problemas en el Laboratorio*, Enseñanza de las Ciencias, v.18, n.2, 275-284.

Santos, W.L.P. e Mortimer, E.F. (2001). *Tomada de Decisão para Ação Social Responsável no Ensino de Ciências*, Ciência & Educação, v.7, n.1, 95-111.

Soares, M., (1998). *Letramento: um tema em três gêneros*, Belo Horizonte: Autêntica.

Souza, C.A., Bastos, F.P. e Angotti, J.A.P. (2007). *Cultura Científico-Tecnológico na Educação Básica*, Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências, v.9, n.1.

Zanetic, J., (1989). *Física Também é Cultura*, Tese de Doutorado. São Paulo: FE-USP.

Recebido em: 14.05.09

Aceito em: 01.09.11