

INDICADORES DE ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA SOBRE AS DIFERENTES HABILIDADES QUE PODEM SER PROMOVIDAS NO ENSINO DE CIÊNCIAS NOS ANOS INICIAIS

Indicators of scientific literacy: a review of the literature on the different skills that can be promoted in science education in the early years

Mariana Vaitiekunas Pizarro [marianavpz@gmail.com]

Jair Lopes Junior [jlopesjr@fc.unesp.br]

Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP

Faculdade de Ciências – Campus Bauru

Av. Eng. Luiz Edmundo Carrijo Coube, 14-01

Bairro: Vargem Limpa, 17033-360 - Bauru, SP – Brasil.

Resumo

O presente artigo busca aprofundar a compreensão sobre o ensino de Ciências nos anos iniciais. Entendemos que as discussões propostas pela alfabetização científica podem aproximar o saber científico do cotidiano e da vida do aluno dessa faixa etária, e ao mesmo tempo valorizar os conhecimentos fundamentais em Ciências. Acreditamos que compreender os processos envolvidos na alfabetização científica pode contribuir também para a construção de saberes e a formação de professores dos anos iniciais. O objetivo deste artigo é apresentar um levantamento bibliográfico realizado com o intuito de identificar trabalhos nacionais e internacionais que discutem práticas de ensino em Ciências, que promovem o desenvolvimento de habilidades por parte dos alunos e que podem oferecer indicadores do processo de alfabetização científica. Partindo da Análise de Conteúdo como metodologia, os resultados revelam a diversidade de práticas empreendidas no ensino de Ciências em todo o mundo na busca por uma formação mais autônoma, crítica e social dos alunos e também destacam que alfabetizar cientificamente vai muito além da faixa inicial de escolaridade. Os temas explorados nesses artigos apontam para a uma agenda de preocupações sobre como aprimorar o ensino de Ciências e sobre como os estudantes se relacionam com esta área do conhecimento ao longo da escolaridade.

Palavras-chave: Ensino de Ciências; Anos iniciais do ensino fundamental; Levantamento bibliográfico; Indicadores de alfabetização científica.

Abstract

This article seeks to deepen the understanding of the teaching of science in the early years. We understand that the scientific literacy proposed discussions can approach the scientific knowledge of daily life and the life of the students in this age group, while enhancing the fundamental knowledge in science. We believe that understanding the processes involved in scientific literacy can also contribute to the construction of knowledge and the training of teachers in the early years. The objective of this paper is to present a literature survey in order to identify national and international works that discuss teaching practices in science, promoting the development of skills by the students and can provide indicators of scientific literacy in process. Starting from the content analysis as a methodology, the results reveal a diversity of practices undertaken in the teaching of science around the world in the search for a more autonomous, critical and social development of students and also point out that scientifically literate goes far beyond the initial educational level. The themes explored in these articles point to a concern agenda on how to improve science teaching and how students relate to this area of knowledge throughout schooling.

Keywords: Science teaching; Early years of elementary school; Literature survey; Indicators of scientific literacy.

Introdução

Pretendemos, nas linhas seguintes, aprofundar a compreensão sobre o ensino de Ciências nos anos iniciais partindo do pressuposto de que essa etapa da escolaridade pode ser decisiva para a formação científica inicial dos alunos.

Ao considerarmos a faixa etária contemplada pelos anos iniciais e as particularidades desses alunos, entendemos que as discussões propostas pela alfabetização científica podem aproximar o saber científico do cotidiano e da vida do aluno, sem desmerecer as aprendizagens tão necessárias e fundamentais em Ciências. Buscando superar uma compreensão meramente livresca – reduzida a questionários e cópias – sobre como ensinar Ciências para crianças, acreditamos que a compreensão dos processos envolvidos na alfabetização científica pode contribuir também para a construção de saberes e a formação de professores dos anos iniciais.

No âmbito da pesquisa, supomos que, além de aprofundar conhecimentos sobre a própria alfabetização científica em si e sobre o papel do professor nesse processo, reconhecer os indicadores de alfabetização científica propostos pela academia como alternativas para a compreensão das ações dos alunos como reflexos das aprendizagens adquiridas em sintonia com a prática docente é um importante passo para compreender e destacar a relevância do papel do professor dos anos iniciais nessa trajetória.

O objetivo deste artigo é apresentar um levantamento bibliográfico realizado com o intuito de identificar trabalhos nacionais e internacionais que discutem práticas de ensino em Ciências, que promovem o desenvolvimento de habilidades por parte dos alunos e que podem oferecer indicadores do processo de alfabetização científica.

A alfabetização científica e seus indicadores

Reconhecendo a relevância das pesquisas acerca da Alfabetização Científica para o trabalho com Ciências nos anos iniciais (Fracalanza, Amaral e Gouveia, 1986; Silva, 1998; Lorenzetti e Delizoicov, 2001; Lorenzetti 2002; Santos, 2007; Sasseron e Carvalho, 2008; Bizzo, 2009, entre outros), julgamos fundamental justificar a escolha do estudo de indicadores de alfabetização científica.

Visto que os indicadores nos oferecem a oportunidade de visualizar, com maior clareza, os avanços dos alunos nas atividades propostas pelo professor, importa destacar que estes indicadores também demonstram o aluno como sujeito de sua própria aprendizagem. O professor tem, através dos indicadores, pistas sobre como aprimorar sua prática de modo que ela, efetivamente, alcance o aluno. Segundo Sasseron e Carvalho (2008, p. 337-338):

Em nossa visão, para o início do processo de Alfabetização Científica é importante que os alunos travem contato e conhecimento de habilidades legitimamente associadas ao trabalho do cientista. As habilidades a que nos referimos também devem cooperar em nossas observações e análise de episódios em sala de aula para elucidar o modo como um aluno reage e age quando se depara com algum problema durante as discussões. Acreditamos existir alguns indicadores de que estas habilidades estão sendo trabalhadas e desenvolvidas entre os alunos, ou seja, alguns indicadores da Alfabetização Científica, que devem ser encontrados durante as aulas de Ciências e que podem nos fornecer evidências se o processo de Alfabetização Científica está se desenvolvendo entre estes alunos.

Avançando nessa reflexão, no meio acadêmico, pudemos observar, nos últimos anos, um aumento no número de trabalhos que verificam, nas propostas de trabalho que almejam a alfabetização científica, o surgimento de discussões sobre os indicadores do processo de

alfabetização científica. Podemos notar ainda que essas discussões extrapolam os anos iniciais do ensino fundamental e consideram uma reflexão primordial: a alfabetização científica pode ocorrer em qualquer idade ou nível de escolaridade.

As reflexões de Lemke destacadas por Sasseron e Carvalho (2011, p.71) demonstram a necessidade de promover discussões que propiciam a um público diverso a alfabetização científica, no intuito de ampliar a percepção da Ciência que os alunos têm sobre seu próprio cotidiano:

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 ideia 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.

A definição de indicadores de alfabetização científica e o seu papel neste processo é o que detalhamos nas próximas linhas, ampliando nossa compreensão à partir da análise de artigos que exploram este tema na academia.

Entendemos que este levantamento nos auxiliou a compreender melhor como ocorrem e / ou podem ser reconhecidos esses indicadores na prática docente e na ação dos alunos. A pluralidade de abordagens deste tema em artigos da área nos ofereceu subsídios para ampliar a nossa compreensão sobre o tema.

Metodologia

A busca por identificar as discussões sobre indicadores de alfabetização científica nos fez perceber a necessidade de compreender os diversos olhares existentes sobre este tema.

Por isso, propomo-nos a realizar uma busca em periódicos para ampliar nossos horizontes de discussão. Estabelecemos, então, como critério de busca, os periódicos que atendem ao Ensino de Ciências dentro da grande área de Ensino no Banco de dados Qualis Periódicos da CAPES atualizado em 2013 com dados do triênio 2010-2012. A partir dessa busca, pudemos detectar alguns artigos que exploram nossos temas de interesse para esta pesquisa.

Elegemos alguns termos para orientar e refinar nossa busca nos bancos de dados online dos periódicos consultados. Dessa maneira, utilizamos as expressões: “alfabetização científica / indicadores de alfabetização científica / avaliação em larga escala” como nosso universo de interesse. Quando nos deparamos com periódicos em outras línguas como o espanhol e o inglês, fizemos o uso das seguintes traduções das expressões para mantermo-nos fiéis aos temas que gostaríamos de explorar: *alfabetización científica/scientific literacy*; *indicadores de la alfabetización científica / indicators of scientific literacy e/ou literacy skills*.

No Quadro 1, apresentamos a lista de periódicos consultados durante o nossa consulta.

Quadro 1: Lista de periódicos consultados no banco de dados Qualis Periódicos da Capes, atualizado em 2013 com dados do triênio 2010-2012 (Área de Ensino). Fonte: Qualis Periódicos Capes.

ISSN	TÍTULO	ESTRATO
1516-7313	Ciência e Educação (UNESP. Impresso)	A1
0212-4521	Enseñanza de las Ciencias	A1
0104-5970	História, Ciências, Saúde -Manguinhos (Impresso)	A1
1571-0068	International Journal of Science and Mathematical Education	A1
0950-0693	International Journal of Science Education	A1
0022-4308	Journal of Research in Science Teaching (Print)	A1
0926-7220	Science & Education (Dordrecht)	A1
2077-2327	Science Education International (Online)	A1
0036-8326	Science Education (Salem, Mass. Print)	A1
0786-3012	Science Studies (Tampere)	A1
0124-5481	Revista de Educacion de las Ciencias	A1
1415-2150	Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências (Impresso)	A2
1983-2117	Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências (Online)	A2
1850-6666	Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias (En línea)	A2
0971-7218	Science, Technology and Society	A2
1132-9157	Enseñanza de las Ciencias de la Tierra	A2
1518-8795	Investigações em Ensino de Ciências (Online)	A2
1518-9384	Investigações em Ensino de Ciências (UFRGS. Impresso)	A2
1579-1513	REEC. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias	A2
1806-5104	Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências	A2
1697-011X	Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias	B1
0009-6725	Ciência e Cultura	B1
1980-8631	Ciência & Ensino (UNICAMP)	B1
1982-2413	Experiências em Ensino de Ciências (UFRGS)	B1
0717-9618	Revista Chilena de Educación Científica	B1
1133-9837	Alambique (Barcelona)	B1
1982-5153	Alexandria (UFSC)	B1
1982-873X	Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia	B1
1517-4492	Acta Scientiae (ULBRA)	B1
1668-0030	CTS. Ciencia, Tecnología y Sociedad	B2
0101-8515	Ciência Hoje	B2
1676-4188	Ciência & Ambiente	B2
1678-0493	Diálogos & Ciência (Online)	B3
1807-5916	Revista Ciência e Sociedade	B4
1677-9649	Revista Ciência e Tecnologia	B4
1806-194X	Ciência & Conhecimento	B5
1677-0439	Faz Ciência (UNIOESTE. Impresso)	B5
1414-655X	Jornal da Ciência	B5
2178-1826	Revista Ciências em Foco	B5
1414-3089	Tempo da Ciência (UNIOESTE)	B5

Fundamentados na Análise de Conteúdo (Bardin, 1977) como metodologia, optamos por criar três grandes categorias para apresentar os trabalhos que, em diferentes abordagens, priorizaram indicadores de alfabetização científica. Para facilitar a compreensão dos estudos encontrados que sinalizavam a proposição de ações do aluno para o conhecimento em Ciências, apresentamos a seguir os artigos agrupados pelas seguintes características:

Artigos que destacam as *(a) habilidades dos alunos* como *habilidades cognitivas*, diretamente ligadas a situações nas quais o aluno precisa colocar em jogo aquilo que conhece, suas ideias prévias e também aquelas adquiridas em sala de aula; *habilidades de leitura* para reconhecer a Ciência em diferentes suportes e poder debater sobre o conhecimento adquirido; *habilidades de escrita* para que o aluno seja capaz de registrar e dar um tratamento específico à possíveis dados oriundos de experiências e atividades sugeridas pelo professor.

Artigos que destacam a *(b) argumentação dos alunos*, favorecendo posicionamentos críticos, respeito à diversidade de opiniões, defesa de suas próprias ideias e ampliação delas a partir de debates em sala de aula, tendo-se como referência os conteúdos estudados de diversas maneiras. Entendemos que muitos podem pensar que a argumentação poderia estar também entre os trabalhos que discutem *habilidades dos alunos*, porém é necessário destacar que, além do número de trabalhos sobre o tema ser bem significativo e específico, reconhecemos que ter a liberdade e / ou a iniciativa de argumentar diante dos colegas e do professor é um exercício que precisa ser priorizado e valorizado a longo prazo. Em outros termos, pensamos que definir argumentação como habilidade demandaria reconhecer que a argumentação em si seja algo bem incorporado pelo aluno quando na verdade reconhecemos que ainda é um exercício árduo para ele especialmente porque, para exercitar e aprimorar a argumentação seria necessário um espaço de fala que muitas vezes, dependendo da prática docente e de outros condicionantes, não lhe é oferecido em sala de aula (e nem fora dela).

O que gostaríamos de salientar é que a argumentação pode ser uma habilidade que o aluno desenvolva e que a use ao longo da vida. Todavia, há um longo caminho a ser percorrido para que o ato de argumentar se torne tão natural quanto a leitura e a escrita, que já são hábitos dos alunos em seu dia-a-dia. Isso porque ainda vivemos, conforme destacado anteriormente, em uma educação em que é dada muito pouca oportunidade para que o aluno se expresse e em que são muito pouco priorizadas ações docentes e atividades que levem o aluno a construir seus próprios argumentos, tanto em Ciências quanto nas demais disciplinas. Em geral, o que vemos são atividades nas quais o professor pede – indiretamente, através do enunciado das atividades propostas ou da roda de conversa – para que o aluno apenas repita, com outras palavras, aquilo que ele mesmo disse. Assim, justificamos o porquê de os artigos sobre argumentação serem apresentados de forma separada dos artigos de habilidades do aluno.

Enfim, artigos que valorizam as *(c) implicações sociais* que o aprendizado do aluno em Ciências deve gerar. Essas pesquisas apontam a ação em sociedade como elemento indissociável do aprender Ciências e multiplicar esse aprendizado de maneira crítica, valorizando os saberes adquiridos na escola e na sua vida cotidiana, participando com consciência e coerência da vida em sociedade e dando sentido às Ciências aprendidas na escola para a vida em sociedade, em relação ao meio ambiente, à saúde, ao bem-estar, entre outros, gerando impactos tecnológicos e possíveis desdobramentos da ação humana em sociedade.

Ao final, apresentamos um quadro com a organização cronológica destes estudos, bem como os periódicos consultados além das principais ideias discutidas por eles.

Alfabetização científica: os indicadores do processo em publicações – periódicos (1992 – 2013)

(a) Habilidades dos alunos

Iniciando nossas reflexões sobre as habilidades dos alunos para serem alfabetizados cientificamente, observamos que Ohlsson (1992) e Oquendo Cotto (1995), em ambos os trabalhos, já discutiam a importância de situações de aprendizagem que levassem os alunos a desenvolver habilidades para articular suas reflexões sobre as teorias em Ciências e buscar respostas para a resolução de problemas.

Ohlsson (1992) aponta, como preocupação para a alfabetização científica na década de 1990, a necessidade de que os alunos consigam não apenas aprender o conteúdo de Ciências em si, mas que também saibam dar-lhe significado. Para isso, faz-se necessário um ensino que ofereça aos alunos a oportunidade de desenvolver habilidades cognitivas que lhes permitam articular o

conhecimento teórico com a realidade vivida e os fenômenos nela observados. O autor destaca ainda que articular a teoria com o contexto vivido é um processo complicado que demanda padrões e procedimentos de explicação típicos e não se pode esperar que o aluno crie esses hábitos por si mesmo. Dessa forma, os professores de Ciências, segundo Ohlsson, não precisam esperar que pesquisadores criem novos métodos de ensino, pois, para ele, o ensino de Ciências pode ser melhorado se ensinar os alunos a articular as teorias que estudam.

Oquendo Cotto (1995) discute também a preocupação de colocar o aluno em ação quando aponta a necessidade de ensinar os estudantes a realizar os métodos de investigação próprios da Ciência de modo a aproximá-los do fazer científico ainda nos primeiros anos da escolaridade.

Bayardo (2003) propõe uma reflexão sobre as propostas de formação do aluno para a investigação, buscando analisar como essas propostas aconteceram no México, e destaca a importância dessa formação estimular o desenvolvimento de habilidades investigativas. A pesquisadora se dedica a justificar que há a necessidade de pensar um ensino de Ciências que priorize a ação do aluno e o desenvolvimento de habilidades que tornem essa Ciência acessível para ele, permitindo que as aprendizagens construídas através do ensino de Ciências também possam ser ampliadas para outras esferas do conhecimento.

Refletindo sobre essa demanda, Bayardo (2003) aponta as seguintes habilidades investigativas: habilidades de percepção; habilidades instrumentais; habilidades de pensamento; habilidades de construção conceitual; habilidades de construção metodológica; habilidades de construção social do conhecimento; e habilidades metacognitivas (ibidem, p.76-77)

Ao caracterizar as habilidades do aluno em diferentes especificidades, notamos que a autora visualiza a ação dos alunos, reconhecendo que vários processos ocorrem ao mesmo tempo. Dessa forma, ao ensinar Ciências, o professor dos anos iniciais poderia considerar esses aspectos no sentido de visualizar que tipos de habilidades são favorecidas – ou não – pelas atividades que ele propõe.

Norris e Phillips (2003) também problematizam as habilidades necessárias para que o aluno seja considerado alfabetizado cientificamente, porém dando especial atenção à questão do letramento em sua essência, que precisa ser valorizado pelas Ciências a fim de que o aluno possa usufruir da leitura e interpretação básicas para o seu desenvolvimento. Destacando que ninguém adquire um nível sofisticado de conhecimento científico se não estiver minimamente alfabetizado em sua língua, eles apontam que, se a alfabetização científica é concebida apenas como conhecimento do conteúdo substantivo da Ciência, há o risco de que esforçar-se para aprender os elementos do conteúdo se torne o único objetivo sem qualquer apreço pela interconexão entre os elementos de conteúdo, suas fontes e suas implicações. Os autores destacam ainda que a alfabetização, no sentido fundamental, é baseada na mesma epistemologia que a Ciência subjacente e que o raciocínio necessário para compreender, interpretar, analisar e criticar qualquer texto se assemelha em suas principais características, ao raciocínio no cerne de toda a Ciência.

Desta forma, notamos que há preocupação, também em Ciências, com a alfabetização em língua materna no sentido de que esta ocorra plenamente. Para as crianças dos anos iniciais, a mera decodificação de expressões muitas vezes já é um desafio. Se lhe acrescentarmos a questão da interpretação do período “o que quer dizer o que estou lendo”, temos uma vaga ideia de todos os obstáculos que a criança pequena precisa superar para entender um texto em Ciências, por exemplo. Eis o vínculo entre a alfabetização bem-sucedida e um bom aluno não só em língua portuguesa, mas também nas demais disciplinas. Excluindo-se as outras variáveis que tornam um aluno envolvido ou não com sua aprendizagem, ser plenamente alfabetizado é um desafio a menos para aprender outras disciplinas e, sobretudo, ter afinidade com elas.

Hewson (2004) propõe a reflexão sobre a aprendizagem em Ciências com base em três elementos que ele considera recursos essenciais de aprendizagem para os alunos: ferramentas, tarefas e ambiente. Por ferramentas, o autor compreende a informática (com softwares de simulações e análises) e as ferramentas conceituais (através da metacognição).

Em relação às tarefas, Hewson (2004) destaca o que ele chama de Circo de Experiências (os alunos são convidados a refletir sobre um questionamento individualmente, em seguida, a levar suas impressões para o grupo; o professor gerencia este debate), Resolução de Problemas (cada estudante tenta resolver um problema proposto e depois participa de uma discussão em grupo orientada pelo professor e conhece diferentes possibilidades de resolução do mesmo problema) e Revisão de um Modelo (exige que os alunos já tenham certo repertório de conhecimentos para que sejam capazes de, com o suporte do professor, avaliar e revisar modelos em Ciências). O autor considera essas tarefas produtivas, pois envolvem aspectos relevantes das disciplinas em Ciências, colocam o aluno em situação de investigação e lhes oferecem a oportunidade de aprender a aprender.

Além disso, Hewson (2004) diz que o ambiente no qual o aluno aprende Ciências é importante. Assim, o autor considera como ambientes propícios para essa aprendizagem: o ambiente e a ecologia (trabalha com os conceitos de sistema, foca as relações entre os seres semelhantes e diversos dando a noção de complexidade a esse sistema), Fontes de Informação (diz respeito aos espaços que oferecem informações em Ciências, como por exemplo, o mundo natural em que vivemos, a sociedade como produtora de conhecimento e informação e o conhecimento produzido historicamente), Interlúdio (mediação da prática docente para que as aprendizagens ocorram no ambiente), Conteúdo em Ciências (a importância das disciplinas e do currículo que respeite a aprendizagem dos alunos como agentes de sua aprendizagem) e Natureza da Ciência (em um ambiente de aprendizagem, precisa ser um compromisso do professor incluir essa demanda em sua prática docente).

Concluindo, Hewson (2004) reconhece que, embora os próprios alunos sejam responsáveis pelas suas aprendizagens pessoais, a qualidade do ensino é muito influenciada quando os recursos adequados estão disponíveis para eles. Esses recursos, segundo o autor, são fornecidos principalmente pela parceria entre professores e alunos.

Importa destacar que dispor de recursos é um fator essencial para o trabalho com crianças. Temos vasta literatura, especialmente em relação ao desenvolvimento humano e à aprendizagem, que aponta a necessidade de atividades concretas para fornecer elementos essenciais à aprendizagem das crianças. O que ocorre é que nem sempre os recursos materiais estão disponíveis para que práticas diferenciadas, inclusive em Ciências, possam ser propostas.

Nesse sentido, concordamos com Hewson quando ele destaca que a parceria entre professor e aluno é o que gera recursos para a aprendizagem. Por isso, ressaltamos que a qualidade dessa parceria também pode definir um ensino de Ciências de qualidade. Estamos novamente diante da questão de uma formação continuada de professores dos anos iniciais que priorize essas relações estabelecidas entre ele, o aluno e o conhecimento específico em Ciências. Muito embora assumimos também, conforme discutido em capítulos anteriores, que formar um aluno dos anos iniciais objetivando alfabetizá-lo cientificamente é muito mais do que simplesmente lecionar de conteúdo.

Por sua vez, Sasseron e Carvalho (2008, p.338), propõem um mapeamento de indicadores de alfabetização científica. As autoras apresentam situações didáticas que oferecem, aos alunos participantes, a chance de trabalhar com conteúdos científicos de maneira diferenciada e, ao professor, a chance de observar e delinear de maneira mais clara os resultados da aprendizagem de seus alunos. Para tanto, as pesquisadoras atentaram-se aos indícios demonstrados pela participação

dos alunos em sala e que denotavam uma ou várias situações de aprendizagem em Ciências. A esses indícios de aprendizagem as autoras denominam “indicadores de alfabetização científica”:

Nossos **indicadores** têm a função de nos mostrar algumas destrezas que devem ser trabalhadas quando se deseja colocar a AC em processo de construção entre os alunos. Estes indicadores são algumas competências próprias das ciências e do fazer científico: competências comuns desenvolvidas e utilizadas para a resolução, discussão e divulgação de problemas em quaisquer das Ciências quando se dá a busca por relações entre o que se vê do problema investigado e as construções mentais que levem ao entendimento dele. Assim sendo, reforçamos nossa ideia de que o ensino de ciências deva ocorrer por meio de atividades abertas e investigativas nas quais os alunos desempenhem o papel de pesquisadores.

Segundo as autoras, os indicadores podem ser definidos por ações dos alunos que, ao realizarem as atividades propostas pelo professor, demonstrem habilidade para: a seriação de informações, a organização de informações, a classificação de informações, o raciocínio lógico, o raciocínio proporcional, o levantamento de hipóteses, o teste de hipóteses, a justificativa, a previsão e a explicação.

Como resultado da prática observada e ao final dos trabalhos, Sasseron e Carvalho (2008, p. 350) destacam:

Vale notar que as discussões levaram os alunos a usarem as habilidades próprias do “fazer científico”, que aqui denominamos de indicadores da Alfabetização Científica. Esse fato nos demonstra que os alunos participantes destas discussões estão em processo de se alfabetizarem cientificamente e, portanto, as aulas aqui analisadas foram capazes de inseri-los em discussões próprias das Ciências.

Nota-se que, a partir dos estudos de Sasseron e Carvalho (2008), o uso da expressão “indicadores de alfabetização científica” passa à referir os indicadores de aprendizagem observados a partir das ações dos alunos em atividades que promovam as habilidades próprias do fazer científico.

Spektor-Levi, Eylon e Scherz (2009) questionam os prováveis benefícios em ensinar habilidades de comunicação científica para os alunos. Visando a responder a essa indagação, os autores apresentam um modelo geral para o ensino de habilidades, caracterizado por instrução explícita e em espiral, integração de aprendizagem de conteúdo, prática em vários temas científicos e aplicação de tarefas de desempenho. Esse modelo de ensino de habilidades criado pelos próprios autores foi aplicado por meio de um programa (*Scientific Communication Program*) que incide sobre as seguintes habilidades de aprendizagem: recuperar informação; ler e escrever cientificamente com qualidade; ouvir e observar; representar dados e apresentar conhecimento.

Segundo os autores, o “Programa Comunicação Científica” centra-se em habilidades de comunicação oral e escrita como os processos de fala, audição, escrita e leitura. Essas habilidades são altamente valorizadas pela comunidade científica e, portanto, reconhecem que os cientistas que se comunicam bem são bem sucedidos, especialmente em ganhar o apoio dos membros de suas próprias comunidades, agências de financiamento, e da sociedade em geral, sendo por conseguinte importantes essas habilidades também para a alfabetização científica.

Após trabalharem com cerca de 160 estudantes, comparando grupos que não fizeram parte do programa com grupos que participaram dele, Spektor-Levi, Eylon e Scherz (2009, p.899-900) concluem que dificilmente os alunos adquirem habilidades em comunicação científica espontaneamente. Destacam ainda, que se faz necessária a elaboração de atividades que favoreçam a ampliação dessas habilidades e propiciem melhoria nos currículos de Ciências para que estes não apenas pressuponham a ocorrência, ou não, dessas habilidades, mas que ofereçam aos professores

sugestões de práticas que realmente permitam a manifestação e o desenvolvimento de tais habilidades.

Refletindo sobre as ideias de Spektor-Levi, Eylon e Scherz (2009), especialmente em relação ao currículo, o que vemos nos currículos dos anos iniciais é, muitas vezes, a ausência de uma proposta para o ensino de Ciências. No caso do estado de São Paulo, por exemplo, houve um avanço recente: o estado já possui Orientações Curriculares bem formalizadas para as áreas de Língua Portuguesa e Matemática – desde 2008 – e uma versão preliminar para Ciências, Geografia e História que são as chamadas “Expectativas de Aprendizagem”. Paralelos a elas existem programas que se propõem a fazer o que os autores sugerem – oferecer sugestões de práticas que permitam a manifestação e o desenvolvimento de habilidades. Contudo, as “sugestões de práticas” nem sempre são oferecidas como “sugestões” para a rede. Esses programas precisam ser totalmente atendidos pelos professores e os formadores da rede estão nas escolas para observar se os programas estão sendo cumpridos à risca. É preciso reconhecer que essas iniciativas são propostas de modelos de “por onde começar” que há muito não se fazia no ensino público, o que muitas vezes gerava práticas docentes aleatórias e solitárias, de modo que cada professor ensinava aquilo que acreditava ser importante, culminando em formações diversas para alunos do mesmo ciclo. Todavia, quando esse fazer se torna vigiado e quando o optar por não fazê-lo é responsabilizado pela não-aprendizagem do aluno, temos aí dois resultados já muito conhecidos pelo professor: novamente a culpabilização do professor e a total desconsideração de sua prática genuína que, até então, dava conta sozinha de ensinar muitos alunos enquanto não havia programas propostos.

Nesse sentido, ainda há muito que avançar para que as propostas implementadas pelo governo também considerem o que o professor sabe fazer de melhor e que, antes de quaisquer interesses políticos por trás dessas ações, os alunos e os professores sejam colocados em primeiro lugar.

Ainda refletindo sobre os indicadores de alfabetização científica, Sasseron e Carvalho (2010) retomam suas reflexões destacando a importância dos registros em escrita e desenho, elaborados por alunos do ensino fundamental em aulas de Ciências. Neste trabalho, além de retomar algumas ideias do trabalho com indicadores a partir da argumentação dos alunos, as pesquisadoras refinaram a análise dando especial atenção aos registros daqueles alunos que não se posicionaram oralmente, mas que manifestaram o uso de diversos indicadores de alfabetização científica quando lhes foram oferecidas alternativas de registro.

Oferecer aos alunos dos anos iniciais diferentes alternativas de registro é uma ação muito importante. Visto que muitas das crianças que participam das aulas de Ciências e das demais áreas podem não estar plenamente alfabetizadas, é muito importante oferecer o desenho e a fala como alternativas para que elas possam articular e socializar o que aprenderam. São ações que garantem ao aluno a oportunidade de se expressar e de trabalhar cognitivamente com o conteúdo, ainda que não tenha o registro convencional da escrita como um processo plenamente alcançado.

Com um ensino de Ciências cuja tradição implica em atividades de escrita – inclusive na avaliação do aluno – os trabalhos realizados nos anos iniciais que permitem que os alunos façam uso de diferentes meios para expressar o que aprenderam é um avanço considerável. Nesse sentido, novamente as práticas dos anos iniciais em Língua Portuguesa, como as rodas de conversa, os desenhos para ilustrar histórias ou para tentar expressar o que aprenderam, a leitura de textos do gênero texto científico pelo professor para ser debatido pelos alunos, a posição do professor como escriba para a produção de textos coletivo do gênero texto científico – garantindo a participação dos alunos que ainda não estão plenamente alfabetizados – prestam um serviço essencial também para o ensino de Ciências. O professor que conseguir articular essas práticas e valorizar diferentes registros também para avaliar o aluno, parece estar no rumo certo para promover a alfabetização científica de seus alunos.

Sobre o crescente número de estudos acerca da Linguagem no ensino de Ciências, Flôr e Cassiani (2011) buscam compreender – tendo por aporte teórico e metodológico as reflexões de Pêcheux e Orlandi – como ocorreu a incorporação e articulação entre Estudos da Linguagem e Educação Científica, cientes de que um bom uso da linguagem também é uma habilidade fundamental para que o aluno seja alfabetizado cientificamente. Esse levantamento foi feito analisando: periódicos online de universidades, que possuem grupos de pesquisa vinculados ao estudo da Análise de Discurso e Linguagem, revistas vinculadas à Sociedade Brasileira de Química e o *International Journal of Science Education*.

Após o levantamento, as autoras puderam elencar os seguintes temas recorrentes em pesquisas no ensino de Ciências, vinculando Linguagem e Educação Científica: a Linguagem como produto do pensamento; o caráter metafórico da Linguagem; a Linguagem como ferramenta; os professores – formados ou em formação – e sua relação com a leitura; a Leitura: foco no texto; a Leitura: o texto em funcionamento; A preocupação com a formação do leitor.

A maioria dos trabalhos sobre alfabetização científica foi encontrada nos seguintes temas: Linguagem como produto do pensamento (associando-se os estudos da Linguagem aos das Ciências Cognitivas); o caráter metafórico da Linguagem (estudos que se utilizam de comparações, analogias e metáforas para comunicar) e a Linguagem como ferramenta (estudos que apontam o caráter multimodal da Linguagem que comporta os diversos modos de comunicação disponíveis: linguagem oral, escrita, gestos corporais, imagens, expressões faciais, tons de voz, entre tantos outros, e vinculada a estudos interdisciplinares).

Refletindo sobre outra perspectiva que também é influente na compreensão do desenvolvimento de indicadores de alfabetização científica, Ritchie, Tomas e Tones (2011) se dedicam a pesquisar o quanto a escrita de histórias com questões sociocientíficas pode promover a alfabetização científica.

Durante a pesquisa de Ritchie, Tomas e Tones (2011), os alunos de 6º ano do ensino fundamental, considerada uma fase entre os anos iniciais e finais do ensino fundamental e escolhida pelos autores por ser um período no qual a literatura aponta o desinteresse das crianças pela Ciência na escola, foram convidados para escrever duas histórias curtas cujo tema seria a biossegurança. Como auxílio, eles poderiam acessar o *BioStories Website* ao longo do projeto, espaço este que continha uma série de informações sobre o tema como: o *BioQuiz* que são questionários a que os alunos respondem antes e depois do projeto; links para os sites do governo que trabalham com biossegurança; modelos digitais para apoiar a escrita de histórias pelo estudante; artefatos do estudante; comentários e análise de histórias enviadas.

Após a análise dos dados, os autores destacam que, assim como os estudos em argumentação têm seu valor para a alfabetização científica dos alunos através do trabalho com questões sociocientíficas, a escrita de histórias também pode ser extremamente relevante para a alfabetização científica dos alunos e para promover o interesse pela Ciência.

Apontando ausência de fala dos professores nos estudos em alfabetização científica que, em sua maioria, exploram as práticas docentes com foco nas aprendizagens dos alunos, Smith et al. (2012) se propõem a dar voz aos professores dos anos iniciais relatando suas visões e práticas em prol da alfabetização científica de seus alunos. O estudo buscou, portanto, compreender que tipo de pensamento os professores suscitam em seus alunos acerca de como eles podem aprender, por meio de questões próprias da Ciência, a considerar, analisar e compreender a Ciência, de modo a promover a aplicação do conhecimento resultante e das habilidades através das quais questionam os fenômenos cotidianos que encontraram no mundo ao seu redor.

Durante dois anos, os professores participaram de ações de formação que envolveram entrevistas semiestruturadas individuais, atividades em grupo, entrevistas de observadores externos

(com experiência nos anos iniciais) com os professores participantes, reuniões de planejamento e respostas a questionários online. A análise de dados foi feita na tentativa de compreender como a visão do professor sobre o seu ensino e da aprendizagem dos alunos em Ciências pode ter mudado ao longo dos dois anos de projeto. Como resultado, Smith et al. (2012, p. 147) destacam que, quando os professores primários se dedicaram a tentar responder a questões sobre a sua própria prática – Por que ensinamos Ciências? Qual é o papel do professor? O que significa a aprendizagem centrada no aluno? O que é alfabetização científica? Como posso reconhecer a alfabetização científica em sala de aula? Como isso se encaixa na minha abordagem para ensinar Ciências? Que valor isso tem na aprendizagem dos alunos? – eles foram capazes de perceber quais implicações essas reflexões traziam para a sua prática, para a sua forma de pensar Ciências bem como para a forma como eles olhavam e avaliavam a aprendizagem dos alunos

Para Smith et. al. (2012, p. 148), essas reflexões demonstram o quanto a prática docente está vinculada às ações dos alunos e quanto essa parceria pode promover a alfabetização científica:

Os resultados mostram que o desenvolvimento de uma nova forma de ensinar para a alfabetização científica exigiu uma reconsideração do que significa desenvolver o ensino da ciência e programas de aprendizagem. Os professores participantes passaram a considerar a necessidade de responder às necessidades de aprendizagens individuais e contextos específicos de ensino e também de conectar-se e explorar o potencial de aprendizagem de temas e acontecimentos contemporâneos de forma muito mais significativa (para si e para os seus alunos). Os dados deste estudo sugerem que a maneira como um professor pensa e entende a alfabetização científica personaliza o significado em termos de prática, que por sua vez molda a ação de ensino e aprendizagem para alfabetização científica, por exemplo, permitindo que idéias e interesses dos alunos moldem as experiências de aprendizagem. Quando essas medidas estavam presentes, parecia haver também um forte impacto no pensamento do aluno. [...] Os resultados deste projeto ilustram claramente que estes participantes construíram e articularam um significado para a alfabetização científica que foi pessoalmente relevante e evidente em sua prática em sala de aula. Sua nova forma de pensar sobre alfabetização científica impactou em sua prática em sala de aula e nas suas expectativas para a aprendizagem da ciência de seus alunos. Certamente isso é tudo o que uma escola primária com foco na alfabetização científica deve ser. O desafio é para que ela ocorra com mais frequência e com mais facilidade no trabalho do dia a dia dos professores do ensino primário.

Resultados como esse reforçam a ideia de que o ensino e a aprendizagem são processos indissociáveis e que reconhecer isso, também em alfabetização científica, torna a prática docente muito mais significativa e vinculada às diferentes formas de aprender, atendendo assim a diferentes demandas geradas pela aprendizagem e pelo estudo da própria Ciência.

Cervetti et al. (2012) pesquisaram a eficácia de uma abordagem de integração das Ciências com Alfabetização através da participação na pesquisa de noventa e quatro professores de 5º ano do ensino fundamental trabalhando com o tema “luz e energia”. Metade deste grupo trabalhou com um modelo de currículo, elaborado pelos pesquisadores, que envolvia os alunos em atividades de leitura de texto, escrita de notas e relatórios, realização de investigações, e discussão frequente sobre conceitos e processos fundamentais para adquirir habilidades de consulta e conhecimento sobre conceitos de Ciência. A outra metade dos professores trabalhou com uma única unidade de conteúdo comparável em luz e energia, utilizando-se de materiais fornecidos pelos estados e seus métodos de alfabetização com instruções comuns.

Como resultado, os autores apontam que, apesar de os resultados não terem sido expressivos na questão da compreensão em leitura, o envolvimento dos alunos em leitura, escrita e discussão de temas ligados às suas investigações foram relevantes destacando a importância de apoiar não só os entendimentos conceituais dos alunos, mas também a sua capacidade de comunicar esses entendimentos em diálogos e escrita, permitindo o desenvolvimento de importantes dimensões

também da alfabetização, com inclusão: da compreensão da leitura, do conhecimento de vocabulário e da escrita expositiva dos alunos. Cervetti et al. (2012, p. 652) consideram que, para alcançar a alfabetização científica, é fundamental reconhecer os vínculos entre o estudo das Ciências e o processo de alfabetização em si, equilibrando-se ambas as abordagens, pois, ainda que estejam aprendendo Ciências, as crianças não pararam de se alfabetizar e estão em processo de desenvolvimento de várias habilidades extremamente essenciais para a plena compreensão das Ciências.

Destacamos não só que os trabalhos acima explorados reforçam nossas ideias sobre a relevância da ação do aluno no trabalho com Ciências, nos anos iniciais, mas também que entendemos por “ação do aluno” toda proposta de atividade que seja feita em parceria com o professor e que tenha objetivos e finalidades bem definidos a favor da aprendizagem dos alunos. Desta forma, colocamos-nos contra qualquer atividade que, a pretexto de “garantir uma ação livre do aluno com o conhecimento”, diminua a relevância do conteúdo científico, tornando o ensino leviano e a aprendizagem sem foco.

Todos os trabalhos acima apresentados, à sua maneira, tornaram claro que, para que o aluno passe por um processo de ensino que contribua para sua alfabetização científica – tendo como certo que essa alfabetização pode continuar ocorrendo ao longo de sua vida também – é necessário que ele seja colocado em ação. Isso não implica, necessariamente, apenas experiências como o “feijão no algodão”: a ação à qual nos referimos pode estar ligada também a essas experiências que fazem parte do processo e são importantes quando se atêm às suas reais finalidades, mas vai muito além disso. Refletir sobre um conteúdo estudado, relacioná-lo com sua vida, escrever sobre determinados temas em Ciências aliando o conteúdo estudado às suas próprias conjecturas (e até mesmo às suas concepções prévias), ler materiais específicos que exploram a linguagem própria das Ciências (com dados, tabelas, esquema, fichas técnicas, figuras, entre outros), desenhar e criar seus esquemas a partir de novos conhecimentos e estar plenamente alfabetizado na língua materna a fim de usufruir de diversas atividades para aprender Ciências, são situações que serão vividas primeiramente nos anos iniciais do ensino fundamental.

Por isso a importância de discutirmos as *habilidades dos alunos* e a necessidade da promoção delas através de sua relação com o professor.

(b) Argumentação dos alunos.

Na relação com o professor, o aluno encontra o apoio necessário para se aventurar em determinados temas e compreensões que ainda são muito novos para ele, especialmente se ele não estiver plenamente alfabetizado, ou seja, se não estiver fazendo uso da leitura e da escrita com fluência. Também por esse motivo – mas não apenas por ele – tornam-se essenciais práticas que favoreçam a *argumentação dos alunos*.

Conforme observaremos nos artigos seguintes, a argumentação também é uma ação valorizada pelo ensino de Ciências, constituindo-se como um exercício fundamental para garantir a participação de todos – alfabetizados plenamente ou não – nas aulas de Ciências e também nas demais.

Gostaríamos de sinalizar que os textos apresentados nos indicam o quanto a relevância do argumento em Ciências está diretamente ligada à articulação entre conteúdo e forma. Ou seja, é necessário dar voz ao aluno, espaço de fala, mas também estar atento ao conteúdo do que ele diz, compreender porque o diz e de que maneira suas falas se articulam de modo a defender ou refutar ideias próprias e dos demais colegas.

Warwick, Linfield e Stephenson (1999) discutem as ações dos alunos também no exercício do tratamento de dados através de um trabalho com o conceito de evidências em Ciências. Assim,

os autores buscam compreender os desafios do fazer científico a partir da fala e da escrita dos alunos nos anos iniciais, notando importantes resultados sobre o posicionamento das crianças, tanto no diálogo com os demais colegas, quanto na escrita, destacando que quando pediram para os alunos analisarem o seu próprio trabalho em situação de discussão, muitos foram capazes de expressar claramente como compreenderam o conceito de evidências e outros conceitos associados com o projeto experimental proposto pelos pesquisadores. Conquanto os níveis de compreensão expressos tenham sido variados, a maioria dos alunos também foi capaz de fazer observações sensatas sobre alguns conceitos de evidência associados à medição e manipulação de dados.

É importante lembrar que a facilidade ou a dificuldade do aluno dos anos iniciais em determinadas atividades, entre outros fatores, pode estar diretamente vinculada ao seu nível de alfabetização. Assim, os alunos encontram na fala, o espaço mais democrático para se colocarem e para demonstrarem suas aprendizagens, uma vez que independem do registro escrito para participar das atividades. Por outro lado, ao apresentarem dificuldade em situações de diálogo, demonstram um forte indício de que encontram poucas situações em sala de aula (nas quais eles foram convidados) para a conversa: quando isso acontece, eles não possuem repertórios construídos e discutidos para se posicionarem na atividade.

Monteiro e Teixeira (2004) investiram no desenvolvimento de atividades que ofereçam ao aluno justamente o espaço apropriado de diálogo, reconhecendo a influência da maneira como os professores conduzem os diálogos para os alunos dos anos iniciais construírem argumentos:

Os resultados deste trabalho também possibilitaram perceber a capacidade que as crianças demonstram ter para construir argumentos. [...] os alunos se mostraram capazes de descrever suas ações e construir justificativas plausíveis para elas. Entretanto, como era de se esperar, essa competência dos alunos se mostrou dependente da postura discursiva do professor. [...] Conduzir a aula, saber preparar as atividades, tendo em mente o que vai ensinar, como vai ensinar e porque vai ensinar, são atitudes de que o professor não pode se eximir. Estimular a observação, dar contornos mais precisos a ideias que começam a ser construídas pelos alunos, sugerir uma melhor organização das atividades em sala de aula, estimular a participação de todos, garantir a livre manifestação de pensamentos, evitando polarizações de opiniões, são algumas das muitas atitudes do professor que devem estar asseguradas para que os alunos possam construir argumentos segundo as características sociais da cultura científica. (Monteiro & Teixeira, 2004, p. 261-262)

Gostaríamos de ressaltar novamente o quanto os professores têm de avançar na compreensão do que realmente significa dar voz ao aluno. Os autores destacaram aquilo que muitos de nós na condição de alunos também já vivenciamos: dar voz ao aluno é dar espaço para que ele simplesmente repita “em voz alta” aquilo que foi explorado pelo professor durante a aula toda. De certa forma, esse retorno – que pode ser considerado um “eco” do que o professor disse – é a segurança que muitos professores ainda têm de que o aluno vai para casa com aquele conhecimento que ele, o professor, aprendeu a vida toda como certo. E, nesse sentido, a possibilidade de “errar ao ensinar” ilusoriamente desaparece. Entretanto, entendemos exatamente o oposto: em situações como esta, o aluno corre um grande risco de aprender um conhecimento descontextualizado e pobre em significados, diante de tantas outras possíveis relações que poderiam ser estabelecidas em situações de diálogo reais, nas quais ele pode expor suas dúvidas e suas próprias concepções, trazer novos elementos para a conversa e aprender não só com o professor mas também com os colegas.

Refletindo sobre a relevância do papel docente na aprendizagem em Ciências, nos anos iniciais, os pesquisadores reconhecem a influência das crenças acerca da natureza da Ciência e do fazer científico que acompanham os professores, crenças construídas em seu histórico como alunos e também na formação de sua identidade como professores. Isso gera, inevitavelmente, influências na aprendizagem dos alunos que precisam ser analisadas. Assim, os autores propuseram um curso de formação continuada para professores dos anos iniciais para resgatar suas memórias e experiências no estudo de conceitos físicos, relacionando-as com uma atuação para o ensino de

conhecimentos físicos a ser executada por eles. Como resultado, os pesquisadores apontam a necessidade de ampliar espaços de reflexão para os professores, inclusive sobre as experiências vividas por eles e que tanto influenciam o seu fazer em sala de aula:

É oportunizando momentos de intensa reflexão, dando voz ao professor, resgatando suas memórias, abrindo espaço para que o docente passe por um processo de “catarse”, no qual se reconheça como profissional, descobrindo os motivos pelo qual apresenta determinadas atitudes, que se pode acreditar numa mudança de postura pedagógica.

Não basta, simplesmente, oferecer a inovação ao professor, apresentando-lhe uma receita, através da qual se vai conseguir uma aprendizagem efetiva. Por mais virtuosa que possa ser, atividade nenhuma se impõe por si só. Ela só ganha significado mediante a maneira do professor incorporá-la à sua prática cotidiana. (Monteiro & Teixeira, 2004b, p. 23)

Dawes (2004) também enfatiza a importância da parceria entre professor e aluno para que a aprendizagem ocorra efetivamente e destaca que, ao olhar para a interação entre professores e alunos falando sobre Ciência, é possível valorizar as ideias que as crianças têm sobre Ciências bem como indicar maneiras de auxiliá-las para que mantenham o diálogo, aprendendo um com o outro, mesmo sem o apoio do professor. Analisando estratégias de ensino, durante a pesquisa, e a oportunidade de fala dada aos alunos dos anos iniciais através da denominada “conversa exploratória”, Dawes (2004, p. 693) acredita que as crianças geram suas próprias estratégias de conversa e nesse sentido, aprender a conversar é um aspecto essencial para tornar-se educado. Assim, ele faz a seguinte analogia: se considerarmos conversa natural, cotidiana como minério de metal, a conversa exploratória é como se fosse o próprio metal já requintado no qual podemos descobrir como fazer e o que fazer com ele. Cada criança não deve ter apenas para si a descoberta que faz, já que é possível ensinar aos alunos a alcançar o seu potencial em Ciências ensinando-lhes o que eles podem fazer com palavras.

Dessa maneira, entendemos que o exercício de construir argumentos e explicações em Ciências (procedimentos estes que possivelmente impactarão também as demais áreas) não se resume a dar espaço para que o aluno fale. Atividades propostas nesses moldes para os anos iniciais devem priorizar a fala dos alunos e aquilo que o seu repertório – por vezes pequeno, sendo a escola o local privilegiado para que ele se amplie – traz para a conversa. Para que esse diálogo tenha qualidade, coerência e leve um grupo de alunos a compartilhar compreensões e elaborar conclusões na exploração de determinado tema em Ciências, o papel assumido pelo professor como mediador e participante dessa conversa é mais uma vez essencial.

Crawford (2005) mantém a discussão a respeito da relevância da construção de um repertório comunicativo, por parte dos alunos, para aprender Ciências, dando especial atenção às práticas que não só ofereçam a oportunidade do aluno agir como também lhe dêem a oportunidade de demonstrar seu conhecimento e compreensão diante do que foi estudado através da escrita, do visual e da oralidade. Para isso, a pesquisadora analisa se o professor cria oportunidades para os alunos se posicionarem diante do conteúdo estudado de diferentes maneiras e afirma a necessidade dos docentes criarem, em suas salas de aulas, ambientes que ofereçam aos alunos a oportunidade de mostrar o que aprenderam de diferentes formas.

Ainda mantendo o foco na importância da relação entre professor e aluno para uma efetiva aprendizagem em Ciências, Upadhyay (2006) analisa de que maneira o repertório de vida da professora e de seus alunos (em uma realidade de periferia e em uma escola com público multicultural), bem como os conhecimentos que ela e eles trazem desse repertório, podem influenciar o ensino e a aprendizagem em Ciências. Nesse sentido, Upadhyay conclui que é possível ensinar Ciências com qualidade e o professor ser um facilitador no processo quando ele aprende a valorizar a diversidade que os alunos trazem para a sala de aula, já que um professor de Ciências, que utiliza as experiências vividas pelos alunos, pode ser capaz de ajudá-los linguisticamente e culturalmente para aprender Ciências, pois o professor estimula os alunos a compartilharem, em

sala de aula, suas experiências que seriam como “pano de fundo” do conhecimento de Ciência que eles possuem.

Berland e Reiser (2008) também se dedicaram a estudar a construção de explicações científicas e participação dos alunos em discurso argumentativo como práticas da investigação científica. Apoiando-se em estudos também da psicologia, sobre a construção de explicações, os autores destacam que, para os alunos saberem “explicar melhor” o que sabem, é necessário que a nossa compreensão do que é a “explicação” seja expandida, incluindo-se o processo de construção dessas explicações como também o contexto social em que essas práticas de explicação e argumentação (que são práticas complementares) ocorrem para se tornarem significativas.

Assim, os autores identificam “três metas” a serem alcançadas pelos alunos, para construir e defenderem suas explicações científicas: (1) usar evidências e conceitos científicos gerais para que os fenômenos específicos que estão sendo estudados façam sentido, (2) articular esses entendimentos, e (3) convencer os outros dessas explicações usando as ideias da ciência para explicitar e ligar provas com as alegações de conhecimento (p. 29). Dessa maneira, a participação na comunidade científica requer, segundo os autores: aprender as habilidades de construção de sentido (construção de argumentos), articulação (apresentação de argumentos) e persuasão (debater os argumentos).

Quanto as interações em sala de aula e fazendo uso de projetos específicos para o ensino de Ciências como o *Investigating and Questioning our World Through Science and Technology (IQWST)*, os autores buscaram dados para analisar os sucessos e desafios dos alunos na construção e defesa de explicações científicas. Desta forma, destacam a importância das propostas de atividades oferecidas aos alunos que possam favorecer o desenvolvimento de explicações e argumentações em Ciências, posto que as ações de construção e defesa de um argumento não surgem e se mantêm no aluno por si só (p. 51)

Sasseron e Carvalho (2011) trazem à tona, novamente, os indicadores de alfabetização científica a partir de uma nova perspectiva: a argumentação. Nesse trabalho, analisaram discussões ocorridas em sala de aula a partir de um jogo elaborado pelas autoras denominado “Presa e Predador” e, a partir desses dados, reconheceram a existência de um ciclo por meio do qual as argumentações ganham coerência e completude. Realizaram a análise das falas dos alunos baseadas no padrão de argumentação de Toulmin e notaram uma relação existente entre este padrão e os indicadores de alfabetização científica manifestados pelos alunos:

Ao constatar a presença e o aparecimento dos indicadores da AC durante a sequência dos turnos analisados, temos clara a existência de um ciclo argumentativo envolvendo a divulgação da construção do entendimento de um conceito ou de um tema pelos alunos. Entendemos este ciclo argumentativo como a forma por meio do qual as argumentações se desencadeiam e a maneira como as relações entre diferentes dados e variáveis são estabelecidas [...] Uma característica interessante das argumentações merece ser destacada e comentada aqui: temos percebido uma relação bastante intensa e profícua entre o aparecimento e uso dos indicadores da AC e o padrão de argumentação de Toulmin (2006). (Sasseron & Carvalho, 2011, p. 111)

A relação estabelecida entre o padrão de argumentação de Toulmin (apud Sasseron e Carvalho, 2011) e a manifestação dos indicadores de alfabetização científica pelos alunos pode contribuir, segundo as pesquisadoras, para oferecer ao professor sugestões sobre como encaminhar, de maneira coerente e profícua, as discussões e debates em sala de aula, na busca pela compreensão e construção do conhecimento científico por parte do aluno:

A importância destas colocações, em nossa visão, reside em que, estudando o modo como os argumentos se constroem em sala de aula e percebendo o ciclo por meio do qual um

argumento torna-se cada vez mais completo e coerente, poderemos encontrar bases a partir das quais seja possível considerar de que maneira uma discussão pode ser desencadeada e encaminhada em sala de aula pelo professor. Não se trata somente de levá-lo a ter consciência da necessidade da argumentação como fator que leve os alunos a uma construção de conhecimentos que lhes tenha mais significado; trata-se, também, de permitir ao professor que reconheça a necessidade de passos subsequentes durante as discussões e, assim, trabalhe para estimular o aparecimento dos mesmos em cada momento da aula. (Sasseron & Carvalho, 2011, p. 112)

Sobre o crescente número de estudos em argumentação no ensino de Ciências no Brasil, Sá e Queiroz (2011) realizaram uma revisão bibliográfica tendo como critérios os trabalhos publicados no ENPECs – Encontros Nacionais de Pesquisa em Educação em Ciências – e revistas nacionais das áreas de Educação e Educação em Ciências. As autoras destacam que o maior volume de trabalhos publicados foi no ENPEC e que a previsão é que essas discussões se ampliem também nos periódicos. Até a data da publicação (2011), as autoras destacam que as pesquisas indicam o envolvimento da área de Ensino de Ciências no estudo da argumentação e demonstram, através dos dados, que os temas de pesquisa estão diretamente vinculados ao trabalho de promoção da argumentação e à ação dos alunos sobre os conteúdos em Ciências. Desta forma, as autoras constataram que as pesquisas analisadas abordam os seguintes focos temáticos:

[...] **(a) Estratégias promotoras da argumentação:** trabalhos que apresentam estratégias de ensino que visam à promoção da argumentação com abordagem em aspectos científicos e/ou sócio-científicos; **(b) Formação de professores:** trabalhos que apresentam discussões acerca do papel do professor na promoção da argumentação na sala de aula, em contextos de formação inicial ou continuada; **(c) Elaboração de modelos:** trabalhos que apresentam modelos que visam avaliar argumentos produzidos pelos alunos mediante distintas situações apresentadas em ambientes de ensino-aprendizagem de Ciências; **(d) Espaço para a argumentação:** trabalhos que apresentam questões relacionadas ao espaço destinado à prática da argumentação em ambientes de ensino-aprendizagem de Ciências; **(e) Mecanismos de ensino da argumentação:** trabalhos que discutem sobre a viabilidade do emprego de mecanismos que objetivam o ensino da argumentação aos estudantes. O mesmo se diferencia do foco Estratégias promotoras da argumentação, pelo fato de que, no primeiro, os alunos não são instruídos em relação aos componentes presentes na argumentação; **(f) Levantamento bibliográfico:** trabalhos que apresentam levantamento bibliográfico sobre pesquisas que tratam de questões concernentes à argumentação no ensino de Ciências e **(g) Análise de material didático:** trabalhos que analisam aspectos da argumentação existente em materiais didáticos. (Sá & Queiroz, 2011, p. 25-26)

Realizando a análise de interações discursivas entre professora e alunos, Silva e Aguiar Jr. (2011) buscam compreender as relações que a professora estabelece, ao longo da aula os vínculos entre as contribuições iniciais dos alunos sobre o tema água e os elementos que irão compor a abordagem do tema nas aulas de Ciências no 3º ano do ensino fundamental. Para isso, os autores investigaram as interações discursivas iniciais, as estratégias didáticas utilizadas pela professora bem como as produções dos alunos (textos e desenhos), tendo como referencial teórico a perspectiva bakhtiniana e os estudos sobre Linguagem. Os autores destacam, conforme apontado anteriormente em outras discussões, a importância do papel do professor como orientador e promotor do diálogo em sala de aula:

Durante toda a sequência a professora retomou e reforçou as explicações utilizando recursos diversos (atividades experimentais e exemplos cotidianos) para os alunos compreenderem os conceitos. Verificamos que a professora tinha o cuidado com a escolha dos exemplos cotidianos para conseguir explicar e estabelecer relações entre o conhecimento científico escolar e a vida dos alunos. As atividades de produção de texto com imagens, carregadas de situações cotidianas permitiram à professora orientar os alunos

a organizar o texto escrito, corrigir a ortografia, ampliar o vocabulário e utilizar com propriedade palavras novas. A alfabetização, nessa perspectiva, é um processo de aquisição do código escrito, de habilidades de leitura e escrita aliadas às ações mais amplas de compreensão, expressão e significação do mundo através da linguagem verbal (Soares, 2004). Destacamos o comprometimento da professora com o estímulo à participação dos alunos e o consequente respeito e valorização das suas ideias no processo de construção de conhecimentos, bem como a coerência das suas ações no contexto da sala de aula e nas escolhas das atividades pedagógicas que compuseram seu planejamento. (Silva & Aguiar Jr., 2011, p. 546)

Novamente podemos realçar o quanto o papel do professor, como mediador, e as situações de diálogo favorecem a elaboração de argumentos, por parte dos alunos, e refletem suas impressões também em atividades de escrita e desenho. Considerando-se que as atividades nesses moldes garantem a participação de todos e ao mesmo tempo aprimoram o repertório do aluno para o diálogo e para defender seus próprios argumentos, o exemplo dado por Silva e Aguiar Jr. nos mostra que as práticas equivocadas de alguns professores dos anos iniciais, para ensinar Ciências, não podem ser generalizadas. Existem muitas iniciativas que oferecem ao aluno a chance de aprender Ciências de forma diferenciada, prazerosa e criativa, características que, quando vinculadas ao trabalho com crianças, fazem a diferença.

Colombo Junior et al. (2012) colocam em pauta o debate sobre a argumentação nos anos iniciais do ensino fundamental ao discutirem como os alunos constroem seus argumentos a partir de uma situação-problema que envolve o conhecimento físico. Apoiando-se no modelo de argumentação proposto por Toulmin (apud Colombo Junior et al., 2012), os autores destacam que as atividades propostas aguçaram a curiosidade dos alunos envolvidos, promoveram a busca de explicações para o problema estudado e permitiram relacionar o conhecimento científico com o cotidiano.

Os autores destacam, ainda, que a inclusão de experimentos investigativos que promovam a argumentação não é uma tarefa simples, pois demanda uma nova forma de comunicação entre professores e alunos, muitas vezes falha pelo fato de professores e alunos não compartilharem o mesmo propósito para determinadas atividades. Nesse sentido, os autores reforçam que, para um ensino de Ciências que valorize a argumentação, é necessário aos professores questionar seus alunos, fazendo intervenções para que expliquem o que sabem, como e por que ocorrem os fenômenos científicos.

Levando em consideração a importância de boas perguntas para promover a alfabetização científica, Machado e Sasseron (2012) elaboraram um novo instrumento analítico para classificar as perguntas do professor para um ensino promotor da alfabetização científica. Para isso, os pesquisadores apoiaram-se no conceito de ciclo argumentativo na Alfabetização Científica explorado por Sasseron e Carvalho (2011) as intenções do professor na cadeia enunciativa de Mortimer e Scott (2002), tendo como pano de fundo o estudo da Linguagem proposto por Bakhtin.

Na revisão da literatura, Machado e Sasseron (2012, p. 37) encontraram três classificações diferentes relacionadas aos tipos de pergunta em sala de aula e, com base nesses estudos, criaram sua própria proposta de categorias de perguntas considerando:

[...] em primeiro lugar, os indicadores de alfabetização científica decorrentes desse processo no que chamamos de ciclo argumentativo; em segundo lugar, a importância das intenções discursivas do professor para analisar a pergunta; e, por fim, em terceiro, incorporamos as categorias existentes de perguntas (Machado & Sasseron, 2012, p. 41).

Desta forma, os pesquisadores destacam a importância do papel assumido pelas perguntas que o professor faz em sala de aula, de modo que sejam instrumentos de sua prática a favor da promoção da alfabetização científica de seus alunos:

Com as quatro categorias de pergunta sugeridas por Machado e Sasseron (2012, p. 43), pretende-se abranger as etapas do processo investigativo; e elas se constituem pela intenção contida nelas ao perguntar. Assim, essas quatro categorias são definidas por: perguntas de problematização (relacionam-se a um momento anterior à investigação, no qual se especula sobre os conhecimentos prévios e se constitui o problema); perguntas sobre dados (expõem a seleção de dados, eliminam variáveis, apuram medidas ou melhoram o conhecimento dos fatores relevantes ao problema); perguntas exploratórias sobre processo (visam estimular os alunos a relacionar ideias com dados e observações, criando hipóteses, refutando e debatendo) e, por fim, perguntas de sistematização (exploram os limites do contexto de investigação exatamente como meio de verificar se a apropriação do conceito ocorreu de modo que as perguntas instigam o aluno a explicar, explorar suas conclusões, se apropriar e internalizar o conceito, passando a trabalhar com ele).

Valorizando também as perguntas feitas pelos alunos, Tort, Márquez e Sanmartí (2013) analisaram as perguntas feitas pelos alunos sobre o ciclo da água. Discutindo a importância das perguntas para a elaboração de explicações científicas, para a comunicação e para a aprendizagem em Ciências, os pesquisadores destacam que quando é dada aos alunos a oportunidade de perguntar, é possível notar, na natureza de suas perguntas, o quanto suas ideias estão envolvidas com o conceito estudado.

Contudo, os autores enfatizam: sem a melhora das perguntas, será difícil que melhorem os processos de ensino e aprendizagem (Tort, Márquez e Sanmartí, 2013, p. 111). Assim, é importante que o professor atente-se à qualidade das perguntas dos alunos, dos livros didáticos e também das atividades que ele mesmo elabora e propõe para sua turma.

A categorização de perguntas criada por Machado e Sasseron (2012), a partir dos referenciais teóricos levantados por eles, e a valorização das perguntas feitas pelos alunos para fomentar a prática docente, segundo Tort, Márquez e Sanmartí (2013), demonstram o quanto o ensino de Ciências ainda se debruça sobre a busca de práticas que promovam a alfabetização científica e coloquem o aluno na situação de ator de sua própria aprendizagem.

Ao destacarmos a importância de colocar o aluno como ator de sua própria aprendizagem, é inevitável relacionar esse protagonismo do aluno não só para a sala de aula, mas também para a vida.

(c) Implicações sociais

O aluno que aprimora suas habilidades em Ciências, para a reflexão, leitura, escrita e argumentação, é também um ser social e precisa ter como compromisso levar suas aprendizagens para a vida e dar sentido a muitas delas quando for convidado, socialmente, a se posicionar e a atuar diante de determinadas situações com coerência, competência e engajamento social. Essas características também denotam o aluno alfabetizado cientificamente.

Com isso, podemos relacionar, então, as habilidades dos alunos e a argumentação – que acaba se tornando habilidade também, mas que necessita de um longo percurso para efetivar-se como tal – às implicações sociais que o ensino e a aprendizagem em Ciências deve gerar.

Os artigos explorados a seguir demonstram a preocupação fundamental de que a Ciência aprendida na escola também deve estar a serviço da sociedade, aprimorando e ao mesmo tempo responsabilizando a todos que usam a Ciência em nome de uma sociedade melhor.

Reconhecendo que os alunos de hoje podem se tornar os cientistas de amanhã, formá-los para que tenham uma boa relação com as Ciências, sem perder o foco no impacto social e ambiental que muitas pesquisas geram, é essencial para permitir-nos vislumbrar uma produção e uso do conhecimento científico com muito mais competência, cautela e bom senso.

Nesse sentido, Auler e Delizoicov (2001) analisam a finalidade da alfabetização científico-tecnológica sob duas perspectivas: a perspectiva reducionista que propaga a neutralidade da Ciência e a perspectiva ampliada que está voltada para as interações entre ciência, tecnologia e sociedade. Discutindo também os mitos que envolvem a alfabetização científica, os autores se colocam sob a perspectiva ampliada de ensinarmos Ciências apoiados nas ideias de Paulo Freire:

Alfabetizar muito mais do que ler palavras, deve propiciar a “leitura do mundo”. Leitura da palavra e “leitura do mundo” devem ser consideradas numa perspectiva dialética. Alfabetizar não é apenas repetir palavras, mas dizer a sua palavra. Contemporaneamente, cada vez mais, a dinâmica social está relacionada aos avanços no campo científico e tecnológico. Nesse sentido, consideramos que uma reinvenção da concepção freiriana deve incluir uma compreensão crítica sobre as interações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS), dimensão fundamental para essa “leitura do mundo” contemporâneo. [...] defendendo a necessidade que têm, educadores e educadoras progressistas, de jamais subestimar ou negar os “saberes de experiência feitos”, com que os educandos chegam à escola. Considera que não é possível “tentar superá-lo sem, partindo dele, passar por ele”. Assim, a “miopia”, ou seja, subestimar ou negar os “saberes de experiência feitos” com que os educandos chegam à escola [...]. (Auler & Delizoicov, 2001, p. 8-9)

Cazelli e Franco (2001) destacam a questão da alfabetização científica no contexto da modernidade e da globalização e do necessário envolvimento dos currículos escolares para formar futuros cidadãos que saibam agir diante de novas demandas sociais e científicas:

a ciência que é ensinada na escola necessita responder às inúmeras mudanças que ocorrem no contexto social e ajudar a preparar os jovens para participarem como cidadãos, conformando o mundo no qual viverão. Fensham (1999) chamou a atenção para o desafio que enfrentam os profissionais que elaboram os currículos, principalmente os de ciência, para criar as bases necessárias à participação em uma sociedade impregnada pelos avanços da ciência. De acordo com Jenkins (1999), esses especialistas deveriam estruturar os currículos de modo a possibilitar o engajamento reflexivo de jovens estudantes em assuntos científicos que sejam de seu interesse e preocupação. De alguma forma, poderiam dar menos atenção e tempo aos conteúdos já bem estabelecidos de disciplinas como biologia, química e física, para poder abrir caminho à consideração de assuntos sobre os quais a ciência está menos segura ou ainda não tem uma resposta mais satisfatória, promovendo, então, “o entendimento dos estudantes sobre ‘risco’ e como ele pode ser avaliado” (Jenkins 1999:707). Isso iluminaria os professores de ciência a desenvolver estratégias que são mais familiares às áreas de história e leitura, nas quais o debate e as controvérsias constituem um território mais conhecido, sintonizando de modo mais amplo as práticas pedagógicas do professor de ciências com práticas já presentes, embora pouco prevalentes, no ensino de ciências. (Cazelli & Franco, 2001, p. 14-15)

Lorenzetti e Delizoicov (2001) aprofundam essa reflexão sobre a necessidade de formar alunos alfabetizados cientificamente para que sejam capazes de dar sentido às Ciências nas práticas sociais, dedicando-se à especificidade dos anos iniciais do ensino fundamental:

Ao considerar as especificidades da educação escolar, particularmente nas Séries Iniciais da educação fundamental, o papel da alfabetização ocupa lugar privilegiado, como não poderia deixar de ser. [...] a alfabetização científica que está sendo proposta preocupa-se com os conhecimentos científicos, e sua respectiva abordagem, que sendo veiculados nas primeiras séries do Ensino Fundamental, se constituam num aliado para que o aluno possa ler e compreender o seu universo. Pensar e transformar o mundo que nos rodeia tem como pressuposto conhecer os aportes científicos, tecnológicos, assim como a realidade social e política. Portanto, 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 o seu universo de conhecimento, a sua cultura, como cidadão inserido na sociedade. (Lorenzetti & Delizoicov, 2001, p. 7-9)

Matos e Valadares (2001) discutem a importância das atividades experimentais para a alfabetização científica nos anos iniciais do ensino fundamental em Portugal, comparando os resultados obtidos com uma turma exposta a atividades experimentais com outra turma que teve aulas sem mudanças nas atividades. Os autores destacam, assim como vimos anteriormente em outros trabalhos, a importância de atividades que coloquem o aluno em ação tornando-o capaz de relacionar seus saberes e suas experiências vividas:

[...] tem um efeito positivo sobre a aprendizagem o envolvimento activo dos alunos em actividades de aprendizagem em ambientes construtivistas e investigativos com as características que foram aqui referidas e, em parte, exemplificadas. [...]. O fomento de um espírito científico, aberto e autocrítico é um dos papéis fulcrais das actividades experimentais e particularmente conseguido quando elas são concebidas nos moldes que aqui defendemos. Consideramos que as actividades experimentais nestes moldes alertam os alunos para a necessidade de procurarem alicerces sólidos, de confirmação ou não, para muito daquilo que pensam saber. De alguma forma combatem o seu dogmatismo natural, prevenindo-os contra a ideia de que são detentores da verdade absoluta, e que, portanto, têm que admitir que podem estar enganados acerca de muitos dos conhecimentos que têm como certos. (Matos & Valadares, 2001, p. 236-237)

Aproximar os alunos do fazer científico é, portanto, aproximá-los das relações entre Ciência e sociedade. Alfabetizar cientificamente passa a ser possível quando se compreende que todas as ações em Ciências estão diretamente relacionadas aos avanços e desafios sociais. Refletir sobre a formação científica do aluno, desde os anos iniciais, implica em refletir sobre os rumos que a Ciência e o fazer científico podem tomar no futuro, impactando diretamente na sociedade.

Auler (2003), alicerçado nos pressupostos de Paulo Freire, ressalta a necessária superação do ensino disciplinar e propedêutico, incentivando um avanço na proposição dos currículos desde uma abordagem conceitual em Ciências já existente, rumo a uma abordagem temática, para uma verdadeira alfabetização científico-tecnológica:

[...] Em outras palavras, favorecendo uma maior ressonância entre o "mundo da escola" e o "mundo da vida", a atribuição de significado ao que se faz na escola, por parte do aluno, pode constituir-se numa dimensão que potencializa a aprendizagem. Este parece representar um potencial insuficientemente explorado no processo de ensino-aprendizagem. Hegemonicamente as pesquisas, as práticas didático-pedagógicas têm focalizado a dimensão cognitiva, secundarizando aspectos ligados ao interesse, à atribuição de significado, à motivação. Talvez este "reducionismo" seja uma das causas dos generalizados fracassos em termos de aprendizagem e também limitador no processo de formação de um cidadão crítico, participante na sociedade em que está inserido. [...] Por fim, receio que, se a postulada Alfabetização Científico-Tecnológica estiver calcada no paradigma propedêutico/disciplinar/conceitual, continuaremos fazendo a mesma coisa, apenas mudando o rótulo. Jogar, para dentro da ACT, a perspectiva propedêutica, um ensino unicamente disciplinar, bem como conceber os conteúdos como um fim em si, significa, no meu entender, manter intocável o "núcleo duro" de um "paradigma" colecionador de anomalias, de fracassos. (Auler, 2003, p. 13-14)

Já Fourez (2003), em seu artigo "Crise no Ensino de Ciências?", elabora um panorama de situações que, em seu entendimento, refletem diretamente na forma como as Ciências são ensinadas e com quais propósitos, a partir do ponto de vista de diferentes sujeitos que fazem parte desse processo (alunos, professores de Ciências, dirigentes da economia da indústria, pais de alunos e cidadãos). Ao elencar essas situações, Fourez também destaca que as controvérsias ligadas a essa crise podem estar ligadas: ao formato no qual se ensina a disciplina Ciências e como se privilegia quantidade de matéria versus qualidade da formação; à alfabetização científica e técnica que, não raro, são relegadas à segundo plano, uma vez que se busca valorizar as "proezas científicas" tendo

em vista guarnecer as nações com novos cientistas; à alfabetização científica e técnica que privilegia o ensino individual e acredita que as “mudanças” alcançadas a partir do ensino e aprendizagem meramente individualistas irão gerar mudanças significativas na esfera coletiva (o que nem sempre é uma regra); os prós e os contras das ciências de situações e materiais puros ou ciências do cotidiano, ou seja, o ensino será ligado às situações do dia-a-dia ou às de laboratório?; o ensino de ciências nos meios sociais fortemente influenciado por interesses e ideologias assim como os conflitos gerados na relação entre a cultura científica e a cultura popular; a possibilidade de formar os alunos para competências mais amplas; o lugar do teórico e da experimentação no ensino de ciências bem como o das tecnologias; as Ciências construídas a partir de uma objetividade de cientista ou de um projeto mais humanista, e por fim, a formação de professores de ciências e o ensino das disciplinas científicas e introdução às abordagens interdisciplinares.

Todos os pontos de discussão levantados no texto esboçam um quadro dos desafios que ainda enfrentamos no ensino de Ciências, nove anos depois de sua publicação: ensinamos Ciência para quem? Com qual propósito? Quem e como pretendemos formar?

De todos esses pontos destacados por Fourez (2003), chamou-nos a atenção o tópico que reflete sobre a possibilidade de formar os alunos para competências mais amplas. Acreditamos que, nesse estudo, o pesquisador já sinalizava a preocupação com a formação do aluno de modo que este fosse capaz de fazer uso dos conhecimentos em ciências adquiridos na escola para ações, posicionamentos e atitudes mais amplos na esfera social. Nesse ponto, podemos dizer que encontramos muita semelhança entre as discussões levantadas por Fourez (2003) sobre competências, e as funções do ensino e da aprendizagem a partir de indicadores de alfabetização científica:

Quando se está mais interessado pela alfabetização científica ou pela formação nos métodos do que pela acumulação de resultados, rapidamente se é levado a se interrogar sobre a maneira de formar para competências bastante gerais, tais como: “saber construir uma representação clara (um “modelo”) de uma situação concreta”; “saber utilizar os especialistas”; “saber cruzar, para compreender uma situação, conhecimentos padronizados das ciências e das abordagens singulares de usuários”; “saber quando vale a pena aprofundar uma questão e quando é melhor se contentar – ao menos provisoriamente – com uma representação mais simples” [...]. Há praticamente unanimidade entre os especialistas das ciências da educação ao considerar que tais competências não são aprendidas de um modo geral, mas sim partindo de casos e contextos particulares, modelando-as e transferindo-as em seguida a uma família mais extensa de situações. Aprendem-se estas competências gerais praticando-as sob orientação de alguém que as domine e que tenha delas uma representação que permita discernir as lacunas e guiar a aprendizagem. (Fourez, 2003, p.117)

Nesse sentido, o autor levanta a crise do ensino, ou não, de competências que são delineadas a partir de indicadores, uma vez que muitos acreditam que o “saber fazer” e o “demonstrar que sabe fazer” não são conteúdos da alçada da escola e muito menos do ensino das Ciências:

Resta então que a controvérsia continua aberta entre os que sustentam que estas competências que se aplicam às maiores famílias de situações não podem ser ensinadas e os que julgam que elas podem, ainda que com mais dificuldade, já que não se dispõe de uma tradição didática a respeito delas.

Notemos, concluindo sobre este ponto, que, com frequência, a tese da “não - ensinabilidade” destas competências gerais tem consequências sociais. Ela conduz praticamente a considerar que os alunos devem adquirir estas competências sozinhos, ou a esperar que sejam formadas sobre estes pontos em família – posições profundamente elitistas... Desta forma, se não se ensina na escola como organizar o seu trabalho (ou como se utiliza um computador, ou como se consulta um especialista), os alunos que provêm de famílias em que isto é ensinado serão profundamente privilegiados. (Fourez, 2003, p.118)

Apoiados nas reflexões acima, defendemos o porquê de o professor dos anos iniciais não poder ter o seu ensino de Ciências julgado apenas pelo domínio pleno de conteúdo. Como destacado por Fourez (2003) com muita clareza, alfabetizar um aluno cientificamente não pode estar vinculado apenas ao conteúdo. O professor que trabalha, muitas vezes, com mais de trinta crianças em uma sala de aula, cada uma em um nível diferente de aquisição da leitura e da escrita, no ensino de Ciências, ensina muito mais do que conteúdos. Dependendo do contexto vivido pelos alunos atendidos, é o professor que vai assumir o ensino de diferentes competências e habilidades, pois ele muitas vezes é o único referencial para isso.

É preciso compreender que ser professor dos anos iniciais exige, sim, uma formação – inicial e continuada – de qualidade, um planejamento rigoroso de suas aulas – especialmente das áreas que provocam dúvidas e demandam novas aprendizagens. Mas se há algo que o professor dos anos iniciais sabe fazer como poucos é aproximar o conteúdo do cotidiano dos alunos e, muitas vezes, assumir para si o ensino de ações que são consideradas básicas, sem cujo repertório muitos alunos vêm para a escola. Podemos citar como exemplos: higiene pessoal e coletiva; preservação do meio ambiente; posturas contra o desperdício (de água, alimentos, materiais, entre outros); avaliação de posturas na casa dos alunos; proposição de atividades nas quais os alunos sejam multiplicadores do aprendizado adquirido na escola, e tantas outras iniciativas que estão “escondidas” em salas de alfabetização por todo o país. Quem pode dizer que essas ações não são ações de alfabetização científica? É claro que quando essas ações são aliadas a um uso do conteúdo de maneira inquestionável, temos aí uma utopia, um verdadeiro sentido do que seria alfabetização científica plena. Contudo, nenhum professor está isento de falhas, nem mesmo os especialistas podem garantir domínio total sobre o próprio conteúdo já que, em um momento ou outro, ao sentir-se colocado em xeque por sua própria prática, precisará sentar para estudar novamente.

Com o intuito de colaborar para a formação docente, Marques e Araujo (2010) apresentam uma proposta de curso de extensão oferecido para professores do Magistério (ou Normal Superior) com vistas à aprimorar suas compreensões sobre conteúdos de Física para serem explorados com maior destreza nos anos iniciais do ensino fundamental. Como resposta, puderam observar um avanço em relação à aprendizagem dos conceitos físicos discutidos durante a capacitação (especialmente os conceitos de temperatura e calor) e também à motivação para o desenvolvimento de práticas de ensino diferenciadas sobre esse conteúdo. Para a criação do curso, os autores apoiaram-se nos resultados de diversos estudos, entre os quais está o estudo dos indicadores de alfabetização científica proposto por Sasseron e Carvalho (2008) e o estudo de indicadores de invariantes operatórios proposto por Moreira, Grings e Caballero (2006). Como resultado para o aluno, Marques e Araújo (2010) apontam não só as mudanças encontradas na postura do aluno diante do estudo de conceitos físicos, como também a sua capacidade de gerenciar esses novos conhecimentos a partir de novas posturas que, por conseguinte, acabam sendo indicadores desse processo de fazer e falar sobre Ciência:

Como resultado, observou-se que os alunos constroem explicações bastante consistentes e coerentes sobre o mundo em que vivem, criando relações entre o que se vê do problema investigado e as construções mentais que levam ao entendimento dele. (Marques & Araujo, 2010, p.151)

Para compreender a percepção dos alunos sobre o que é Ciência e suas relações com Tecnologia e Sociedade, Fabri e Silveira (2013) desenvolveram atividades que tinham como objetivo proporcionar aos alunos contato com situações vinculadas ao desenvolvimento de indicadores de alfabetização científica e tecnológica, numa abordagem CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade), partindo do eixo temático “Recursos Tecnológicos” proposto pelos Parâmetros Curriculares Nacionais na área de Ciências.

A partir do eixo temático proposto, as pesquisadoras organizaram atividades como: visita a uma cooperativa de reciclagem, entrevista com um cientista, apresentação e organização de miniaulas, confecção de folders, produções escritas, e a realização de uma Feira Tecnológica onde os alunos receberam a comunidade escolar, para apresentarem seus trabalhos, como fechamento de todas as atividades desenvolvidas. Ao final dos trabalhos, os dados demonstraram que:

ao realizarem múltiplas atividades com diferentes enfoques e que demandavam o uso de diferentes habilidades (como a leitura, escrita, observação, desenhos, diálogos, exposições orais), os alunos puderam aprofundar seus conhecimentos de maneira muito mais abrangente do que o conteúdo escolar propunha, e acreditam que houve uma melhora significativa na percepção das implicações sociais que os artefatos tecnológicos geram. Importa ressaltar que o estudo denuncia também a necessária compreensão e valorização, por parte dos professores dos anos iniciais, das práticas em Ciências assim como das práticas de Língua Portuguesa e Matemática na formação do aluno como cidadão (Fabri & Silveira, 2013, p. 102-103)

Para elucidar melhor as propostas que encontramos no levantamento realizado e situá-las por periódicos e anos de publicação e justificar a nossa proposição de ampliação dos indicadores de alfabetização científica, apresentamos no Quadro 2 uma síntese dos artigos encontrados, suas origens e possíveis ações geradoras de indicadores de alfabetização científica.

Quadro 2: Possíveis ações geradoras de indicadores de alfabetização científica a partir dos artigos encontrados em periódicos.

PERIÓDICOS (com resultados positivos para os termos da busca)	TRABALHOS ENCONTRADOS	AUTORES	POSSÍVEIS AÇÕES GERADORAS DE INDICADORES DE ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA
Ciência e Educação (UNESP. Impresso)	2	Sasseron e Carvalho (2011)	Manifestar suas aprendizagens através da forma como se sente confortável de acordo com suas aprendizagens, seja através da fala, da escrita ou de desenhos.
Enseñanza de las Ciencias	1	Tort, Márquez e Sanmartí (2013)	Responder e formular perguntas de forma coerente e argumentativa nas aulas de Ciências.
International Journal of Science and Mathematical Education	2	Hewson (2004) Spektor-Levi, Eylon e Scherz (2009)	Fazer uso das ferramentas à sua disposição, das tarefas solicitadas e do ambiente no qual estuda para aprender Ciências dividindo essa responsabilidade com o professor. Adquirir habilidades de comunicação oral e escrita como: processos de fala, audição, escrita e leitura uma vez que essas habilidades são altamente valorizadas pela comunidade científica.

<p>International Journal of Science Education</p>	<p>4</p>	<p>Warwick, Linfield e Stephenson (1999) Dawes (2004) Ritchie, Tomas e Tones (2011) Smith et al. (2012)</p>	<p>Compreender e defender seu posicionamento no diálogo com os demais colegas e na escrita, através do trabalho com o conceito de evidência.</p> <p>Interagir com o professor e os demais colegas, divulgando suas ideias e ampliando seu repertório comunicativo através da fala, da escrita e dos desenhos.</p> <p>Produzir textos sobre temas em Ciências articulando seus conhecimentos e argumentos.</p> <p>Participar ativamente das atividades propostas assumindo responsabilidades na parceria com o professor</p>
<p>Journal of Research in Science Teaching</p>	<p>2</p>	<p>Crawford (2005) Cervetti et al. (2012)</p>	<p>Interagir com o professor e os demais colegas, divulgando suas ideias e ampliando seu repertório comunicativo através da fala, da escrita e dos desenhos.</p> <p>Ler, escrever e discutir constantemente em sala de aula, quando lhe for dada essa oportunidade.</p>
<p>Science Education</p>	<p>3</p>	<p>Norris e Phillips (2003) Upadhyay (2006) Berland e Raiser (2008)</p>	<p>Adquirir fruição na leitura e competência em alfabetização para que a aprendizagem em Ciências possa se beneficiar dessas práticas, quando bem estruturadas.</p> <p>Valorizar a diversidade de ideias e argumentos presentes em sua sala de aula.</p> <p>Utilizar-se de expressões científicas e participar de discussões que promovam a prática de investigação científica.</p>
<p>Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências</p>	<p>6</p>	<p>Auler e Delizoicov (2001) Cazelli e Franco (2001) Lorenzetti e Delizoicov (2001) Auler (2003) Sá e Queiroz (2011) Sasseron e Carvalho (2011)</p>	<p>Ler o “mundo” e valorizar os saberes adquiridos em suas experiências de vida.</p> <p>Adquirir conhecimentos para participar da sociedade e refletir sobre a Ciência de maneira crítica.</p> <p>Dar sentido às Ciências em suas práticas sociais, ampliando seus conhecimentos e cultura enquanto cidadão inserido em sociedade.</p> <p>Dar significado ao que aprende na escola e, com o auxílio do professor, ampliar as relações entre o “mundo da escola” e o “mundo da vida”.</p> <p>Usar diferentes linguagens para manifestar suas aprendizagens em Ciências.</p> <p>Manifestar suas aprendizagens através da forma como se sente confortável de acordo com suas aprendizagens, seja através da fala, da escrita ou de desenhos.</p>

Investigações em Ensino de Ciências	7	<p>Matos e Valadares (2001)</p> <p>Fourez (2003)</p> <p>Monteiro e Teixeira (2004)</p> <p>Sasseron e Carvalho (2008)</p> <p>Silva e Aguiar Jr. (2011)</p> <p>Colombo Jr. et al. (2012)</p> <p>Fabri e Silveira (2013)</p>	<p>Participar de atividades que permitam relacionar os saberes adquiridos às suas experiências.</p> <p>Fazer uso dos conhecimentos em Ciências adquiridos na escola para promover ações, tomar posicionamentos e atitudes mais amplos na esfera social.</p> <p>Participar das situações de diálogo promovidas pelo professor, defendendo seus argumentos.</p> <p>Utilizar as habilidades próprias do “fazer científico” participando de atividades e discussões em sala de aula.</p> <p>Contribuir com os temas estudados em sala de aula através do discurso, da escrita e do desenho.</p> <p>Buscar explicações para problemas estudados e discutí-los em sala de aula.</p> <p>Ampliar sua percepção social sobre as influências da Ciência em seu cotidiano e fazer uso de diferentes habilidades para aprofundar seus conhecimentos.</p>
Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências	1	Machado e Sasseron (2012)	Responder e formular perguntas de forma coerente e argumentativa nas aulas de Ciências.
Educación y Ciencia	2	<p>Oquendo Cotto (1995)</p> <p>Bayardo (2003)</p>	<p>Realizar os métodos de investigação próprios da Ciência de modo a aproximar-se do fazer científico ainda nos primeiros anos de escolaridade.</p> <p>Ampliar suas habilidades investigativas tornando a Ciência acessível para si.</p>
Science & Education	1	Ohlsson (1992)	Desenvolver habilidades cognitivas que lhes permita articular o conhecimento teórico com a realidade vivida e os fenômenos nela observados.
Experiências em Ensino de Ciências	1	Marques e Araújo (2010)	Construir explicações consistentes e coerentes sobre o mundo em que vive, estabelecendo relações entre o que vê na escola e o mundo.

Considerações finais

Os trabalhos citados exploraram a alfabetização científica além dos anos iniciais, reconhecendo que alfabetizar cientificamente um sujeito vai muito além da faixa inicial de escolaridade e que nem sempre os resultados apresentados em avaliações dizem respeito às suas reais aprendizagens. Os temas explorados nesses artigos declaram uma provável agenda de preocupações sobre como ensinar Ciências e sobre como os estudantes se relacionam com esta área do conhecimento.

Ampliando nossas reflexões sobre os indicadores de alfabetização científica a partir desses artigos, abrimos espaço para as seguintes reflexões: uma parte significativa das pesquisas em ensino

de Ciências aponta como preocupação o fato de, paulatinamente, os alunos perderem o interesse pelas Ciências ao longo da escolaridade. Cabe-nos então indagar: a prática docente dos anos iniciais é permeada de “convites” ao aluno? Por menos eficiente que uma prática nos anos iniciais possa ser, ela ainda envolve, instiga e propõe ao aluno ações das mais diversas (como por exemplo: experiências, observações, leitura, pesquisa, etc)? Se não é exposto à prática dos anos iniciais, em que momento da sua escolaridade o aluno perde o “encanto” por aprender Ciências?

Essas e muitas outras indagações podem estar associadas ao fato de, ao longo de sua escolaridade, o ensino de Ciências tornar o aluno, aos poucos, um espectador de práticas extremamente conteudistas e que denunciam, portanto, o professor especialista como aquele que também precisa de formação constante. Nesse sentido, muitas vezes, a maior dificuldade não é o conteúdo: é fazer a sua prática chegar ao aluno. Ocupando diferentes posições em um mesmo dilema, os professores – sejam eles dos anos iniciais ou especialistas em suas disciplinas – sempre encontrarão dificuldades para ensinar Ciências com qualidade. É por isso que ações de formação se tornam tão necessárias e que as práticas dos professores em Ciências (em qualquer nível) precisam ser respeitadas.

Ao longo deste levantamento realizado na busca por trabalhos que abordassem práticas que podem favorecer a manifestação dos indicadores de alfabetização científica, destacamos termos encontrados sugestões de promoção de ações entre os alunos que ampliam inclusive os indicadores já propostos por Sasseron (2008), uma vez que eles apontam a necessidade de reconhecer, também como indicadores de alfabetização científica, aquelas ações relacionadas a atitudes e habilidades que estão diretamente relacionadas à Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente. Isso implica em assumir que os indicadores de alfabetização científica até então definidos como “competências próprias das Ciências e do fazer científico” (Sasseron & Carvalho, 2008, p. 338) precisam estar relacionados ao fazer científico na sociedade de maneira que não se pode desvincular o fazer Ciência do ser social e cidadão, características que esperamos promover em sala de aula com nossos alunos.

Tendo como referência o levantamento realizado, propusemos (Pizarro, 2014) valorizar – além dos indicadores já apresentados por Sasseron (2008) – os seguintes indicadores que também podem caracterizar a alfabetização científica compreendendo o fazer científico como algo indissociável do ser social atuante e consciente:

Quadro 3: Indicadores de Alfabetização Científica na perspectiva social propostos por nossa pesquisa a partir do levantamento bibliográfico (Pizarro, 2014).

Indicadores de Alfabetização Científica	Nossa definição
Articular ideias	Surge quando o aluno estabelece relações, seja oralmente ou por escrito, entre o conhecimento teórico aprendido em sala de aula, a realidade vivida e o meio ambiente no qual está inserido.
Investigar	Ocorre quando o aluno se envolve em atividades nas quais ele necessita apoiar-se no conhecimento científico adquirido na escola (ou até mesmo fora dela) para tentar responder a seus próprios questionamentos, construindo explicações coerentes e embasadas em pesquisas pessoais que leva para a sala de aula e compartilha com os demais colegas e com o professor.
Argumentar	Está diretamente vinculado com a compreensão que o aluno tem e a defesa de seus argumentos, apoiado, inicialmente, em suas próprias ideias, para ampliar a qualidade desses argumentos a partir dos conhecimentos adquiridos em debates em sala de aula, e valorizando a diversidade de ideias e os diferentes argumentos apresentados no grupo.
Ler em Ciências	Trata-se de realizar leituras de textos, imagens e demais

	suportes para o reconhecimento de características típicas do gênero científico e para articular essas leituras com conhecimentos prévios e novos, construídos em sala de aula e fora dela.
Escrever em Ciências	Envolve a produção de textos pelo aluno que considera não apenas as características típicas de um texto científico mas avança também no posicionamento crítico diante de variados temas em Ciências e articulando, em sua produção, os seus conhecimentos, argumentos e dados das fontes de estudo.
Problematizar	Surge quando é dada ao aluno a oportunidade de questionar e buscar informações em diferentes fontes sobre os usos e impactos da Ciência em seu cotidiano, na sociedade em geral e no meio ambiente.
Criar	É explicitado quando o aluno participa de atividades em que lhe é oferecida a oportunidade de apresentar novas ideias, argumentos, posturas e soluções para problemáticas que envolvem a Ciência e o fazer científico discutidos em sala de aula com colegas e professores.
Atuar	Aparece quando o aluno compreende que é um agente de mudanças diante dos desafios impostos pela Ciência em relação à sociedade e ao meio ambiente, tornando-se um multiplicador dos debates vivenciados em sala de aula para a esfera pública.

Ao primeiro olhar, pode parecer que muitos desses indicadores estejam subentendidos naqueles propostos por Sasseron (2008). Contudo, vale ressaltar que, dependendo da realidade vivida por professores e alunos em vista ao fato dos anos iniciais ainda conviverem com o desafio da alfabetização na idade certa, muitos dos alunos podem não demonstrar os indicadores de alfabetização científica propostos por Sasseron (2008), por exemplo, da forma que se espera. Todavia isso não necessariamente significa que eles não aprenderam Ciências e que não estão empreendendo os esforços esperados para se aproximarem do “fazer científico”.

Os indicadores que propomos como contributo à produção já proposta por Sasseron surgem no sentido de se aproximar da prática dos anos iniciais, levando em consideração, como indicadores de aprendizagem, processos comuns e rotineiros dos anos iniciais e que, muitas vezes, não são relacionados com a aprendizagem em Ciências.

Articular ideias, investigar e argumentar são procedimentos cada vez mais valorizados nos anos iniciais em diversas disciplinas, mas os alunos ainda são muito dependentes da ação docente para demonstrar destreza nessas ações, já que parece ser “nova” (guardadas as devidas proporções temporais) na Educação a prática de ouvir o que o aluno tem a dizer e dar crédito ao que ele fala.

Ler e escrever nas aulas de Ciências parece trivial, mas não para a criança pequena. É um serviço árduo e conjunto de reflexão e ação e, por vezes, até custoso para aqueles que não estão plenamente alfabetizados.

Propor novas ideias e agir em sociedade são exercícios necessários aos indivíduos, desde pequenos. Parece que estão inerentes a outras ações, mas precisam tomar o seu lugar de importância na formação de futuros cidadãos, visto os rumos que a sociedade e a Ciência tem tomado.

Destacamos que, a nosso ver, esses indicadores de alfabetização científica também são importantes, visto falarmos sobre a aprendizagem de crianças que, ao mesmo tempo em que estão

ampliando, suas competências leitora e escritora, entram em contato com conteúdos específicos e colocando em xeque muitas de suas concepções prévias sobre uma série de temas e questões. Nesse sentido, gostaríamos de reforçar a importância de sempre oferecer aos alunos situações nas quais eles precisem se posicionar e se sentir responsáveis pelo conhecimento que produzem como alunos e, no futuro, como cidadãos e futuros pesquisadores em Ciências.

Concordamos com Sasseron e Carvalho (2008) sobre a importância de colocar o aluno em contato com o “fazer científico”, por valorizar e reforçar a relevância de ações e procedimentos necessários para o avanço e a produção de conhecimentos em Ciências. Contudo, é imperativo reconhecer que o fazer científico dos dias de hoje impõe aos seus pesquisadores questões sociais que não podem mais ser isoladas como: a compreensão pública da Ciência, os debates gerados na sociedade pelos meios de comunicação, manifestações sociais e manifestações de ONGs, entre outros. Essas posturas e ações estão diretamente relacionadas à produção de conhecimento científico e por isso se torna necessário trabalhá-las desde cedo na formação do cidadão. Essa formação, inevitavelmente, passa pela escola e encontra período privilegiado para acontecer nos anos iniciais do ensino fundamental.

Referências

- Auler, D. (2003). Alfabetização científico-tecnológica: um novo “paradigma”? *Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências*. Acesso em 02 abr., 2015, <http://www.portal.fae.ufmg.br/seer/index.php/ensaio/article/viewFile/60/97>
- Auler, D.; Delizoicov, D. (2001) Alfabetização científico-tecnológica para quê? *Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências*. Acesso em 02 abr., 2015, <http://www.portal.fae.ufmg.br/seer/index.php/ensaio/article/viewFile/44/203>
- Bardin, L. (1977) *Análise de conteúdo*. Lisboa: Edições 70.
- Bayardo, M. G. M. (2003) Desde cuándo y desde donde pensar la formación para la investigación. *Educación y Ciencia*. Acesso em 02 abr., 2015, <http://educacionyciencia.org/index.php/educacionyciencia/article/view/205/pdf>
- Berland, L. K.; Reiser, B. J. (2008). Making sense of argumentation and explanation. *Science Education*. Acesso em 02 abr., 2015, <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/sce.20286/pdf>
- Bizzo, N. (2000). *Ciências: fácil ou difícil?* São Paulo: Editora Ática.
- Cazelli, S; Franco, C. (2001). Alfabetismo científico: novos desafios no contexto da globalização. *Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências*, Acesso em 02 abr., 2015, <http://ufpa.br/ensinofts/artigo4/alfabetismociencia.pdf>
- Cervetti, G. N. et al. (2012). The Impact of an Integrated Approach to Science and Literacy in Elementary School Classrooms. *Journal of Research in Science Teaching*. v. 49, n. 5, mai. 2012. Disponível em: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/tea.21015/pdf>
- Colombo Junior, P. D. et al. (2012) .Ensino de Física nos anos iniciais: análise da argumentação na resolução de uma Atividade de Conhecimento Físico. *Investigações em Ensino de Ciências (Online)*. Acesso em 02 abr., 2015, http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID302/v17_n2_a2012.pdf
- Crawford, T. (2004). What Counts as Knowing: constructing a communicative repertoire for student demonstration of knowledge in science. *Journal of Research in Science Teaching*. Acesso em 02 abr., 2015, <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/tea.20047/pdf>

Dawes, L. (2004). Talk and learning in classroom science. *International Journal of Science Education*, Acesso em 02 abr., 2015, <http://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/0950069032000097424>

Fabri, F.; Silveira, R. M. C. F. (2013). O ensino de Ciências nos anos iniciais do ensino fundamental sob a ótica CTS: uma proposta de trabalho diante dos artefatos tecnológicos que norteiam o cotidiano dos alunos. *Investigações em Ensino de Ciências*. Acesso em 02 abr., 2015, http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID321/v18_n1_a2013.pdf

Flôr, C. C.; Cassiani, S. (2011). O que dizem os estudos da linguagem na educação científica? *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*. Acesso em 02 abr., 2015, <http://revistas.if.usp.br/rbpec/article/view/262/240>

Fourez, G. (2003). Crise no ensino de Ciências? *Investigações em Ensino de Ciências*. Acesso em 02 abr., 2015, http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID99/v8_n2_a2003.pdf

Fracalanza, H; Amaral, I. A. & Gouveia, M. S. F. (1986) *O ensino de ciências no primeiro grau*. São Paulo: Atual.

Hewson, P. W. (2004). Resources for Science learning: tools, tasks, and environment. *International Journal of Science and Mathematics Education*. Acesso em 02 abr., 2015, <http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs10763-004-4057-8#page-1>

Lorenzetti, L. (2002). O ensino de ciências naturais nas séries iniciais. *Revista Virtual Contestado e Educação*. Acesso em 02 abr., 2015, <http://www.cdr.unc.br/PG/RevistaVirtual/NumeroDois/Artigo1.htm>

Lorenzetti, L. Delizoicov, D. (2001). Alfabetização científica no contexto das séries iniciais. *Ensaio: Pesquisa em educação em ciências*. Acesso em 02 abr., 2015, http://www.fae.ufmg.br/ensaios/v3_n1/leonor.PDF

Machado, V. F.; Sasseron, L.H. (2012). As perguntas em aulas investigativas de Ciências: a construção teórica de categorias. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*. Acesso em 02 abr., 2015, <http://revistas.if.usp.br/rbpec/article/view/317/301>

Marques, N. L. R.; Araujo, I. S. (2010). Investindo na formação de professores de ciências do ensino fundamental: uma experiência em física térmica. *Experiências em Ensino de Ciências*. Acesso em 02 abr., 2015, http://www.if.ufrgs.br/eenci/artigos/Artigo_ID128/v5_n3_a2010.pdf

Matos, M. G.; Valadares, J. (2001). O efeito da actividade experimental na aprendizagem da Ciência pelas crianças do primeiro ciclo do ensino básico. *Investigações em Ensino de Ciências* Acesso em 02 abr., 2015, http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID75/v6_n2_a2001.pdf

Monteiro, M. A. A.; Teixeira, O. P. B. (2004). Uma análise das interações dialógicas em aulas de Ciências nas séries iniciais do ensino fundamental. *Investigações em Ensino de Ciências*. Acesso em 02 abr., 2015, http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID117/v9_n3_a2004.pdf

Norris, S. P.; Phillips, L. M. (2003). How Literacy in Its fundamental sense is central to Scientific Literacy. *Science Education*. Acesso em 02 abr., 2015, <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/sce.10066/pdf>

Ohlsson, S. (1992). The Cognitive Skill of Theory Articulation: a neglected aspect of Science Education? *Science Education*. Acesso em 02 abr., 2015, <http://link.springer.com/article/10.1007%2FBF00572838#page-1>

- Oquendo Cotto, M. (1995). El método de inquirir: una alternativa viable para la enseñanza de la Ciencia desde el nivel primário. *Educación y Ciencia*. Acesso em 02 abr., 2015, <http://educacionyciencia.org/index.php/educacionyciencia/article/view/43/pdf>
- Ritchie, S. M.; Tomas, L. & Tones, M. (2011). Writing stories to enhance scientific literacy. *International Journal of Science Education*. Acesso em 02 abr., 2015, <http://dx.doi.org/10.1080/09500691003728039>
- Sá, L. P.; Queiroz, S. L. (2011). Argumentação no ensino de Ciências: contexto brasileiro. *Revista Ensaio*. Acesso em 02 abr., 2015, Disponível em: <http://www.portal.fae.ufmg.br/seer/index.php/ensaio/article/view/379/609>
- Santos, W. L. P. dos. (2007). Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios. *Revista Brasileira de Educação*. Acesso em 02 abr., 2015, <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-24782007000300007&lng=en&nrm=iso>
- Sasseron, L. H. (2008). *Alfabetização Científica no Ensino Fundamental: Estrutura e Indicadores deste processo em sala de aula*. São Paulo, 2008, 265f. Tese (Doutorado em Educação). USP – Faculdade de Educação. São Paulo, 2008.
- Sasseron, L. H.; Carvalho, A. M. P. (2008). Almejando a alfabetização científica no ensino fundamental: A proposição e a procura de indicadores do processo. *Investigações em Ensino de Ciências*. Acesso em 02 abr., 2015, http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID199/v13_n3_a2008.pdf.
- Sasseron, L. H.; Carvalho, A. M. P. (2010). Escrita e desenho: análise de registros elaborados por alunos do Ensino Fundamental em aulas de Ciências. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*. Acesso em 02 abr., 2015, <http://revistas.if.usp.br/rbpec/article/view/3/2>
- Sasseron, L. H.; Carvalho, A. M. P. (2011). Alfabetização Científica: uma revisão bibliográfica. *Investigações em Ensino de Ciências (Online)*. Acesso em 02 abr., 2015, http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID254/v16_n1_a2011.pdf
- Sasseron, L. H. e Carvalho, A. M. P. (2011). Construindo argumentação na sala de aula: a presença do ciclo argumentativo, os indicadores de alfabetização científica e o padrão de Toulmin. *Ciência e Educação* (Bauru). Acesso em 02 abr., 2015, <http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v17n1/07.pdf>
- Sasseron, L. H.; Carvalho, A. M. P. (2011) Uma análise de referenciais teóricos sobre a estrutura do argumento para estudos de argumentação no ensino de Ciências. *Revista Ensaio*. Acesso em 02 abr., 2015, <http://www.portal.fae.ufmg.br/seer/index.php/ensaio/article/viewFile/423/725>
- Silva, A. F. da; Aguiar Jr, O. G. (2011). Água na vida cotidiana e nas aulas de Ciências: análise de interações discursivas e estratégias didáticas de uma professora dos anos iniciais do ensino fundamental. *Investigações em Ensino de Ciências*. Acesso em 02 abr., 2015, http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID275/v16_n3_a2011.pdf
- Silva, E.T. (1998). Ciência, leitura e escola. In: ALMEIDA, M.J.P., SILVA, H.C. *Linguagens, leituras e ensino de ciências* (pp. 121-130). Campinas: Mercado das Letras.
- Smith, K. W. et al. (2012). Developing Scientific Literacy in a Primary School. *International Journal of Science Education*. Acesso em 02 abr., 2015, <http://dx.doi.org/10.1080/09500693.2011.565088>
- Spektor-Levy, O.; Eylon, B-S. & Scherz, Z. (2009). Teaching scientific communication skills in science studies: does it make a difference? *International Journal of Science and Mathematics Education*. Acesso em 02 abr., 2015, <http://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2Fs10763-009-9150-6.pdf>

Tort, M. R.; Márquez, C. & Sanmartí, N. (2013). Las preguntas de los alumnos: una propuesta de análisis. *Enseñanza de las Ciencias*. Acesso em 02 abr., 2015, <http://revistes.uab.cat/ensciencias/article/view/603/pdf>

Upadhyay, B. R. (2006). Using students' lived experiences in an urban science classroom: an elementary school teacher's thinking. *Science Education*. Acesso em 02 abr., 2015, <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/sce.20095/pdf>

Warwick, P.; Linfield, R. S. & Stephenson, P. (2009) A comparison of primary school pupils' Ability to express procedural understanding in science through speech and writing. *International Journal of Science Education*. Acesso em 02 abr., 2015, <http://dx.doi.org/10.1080/095006999290318>.

Recebido em: 14.04.2015

Aceito em: 28.08.2015