

6. Sobre Alfabetização Científica e sobre práticas epistêmicas: encontros de ações para a pesquisa e o ensino de ciências

Lúcia Helena Sasseron | Maira Batistoni e Silva

Introdução

ALFABETIZAÇÃO Científica e práticas epistêmicas. Dois termos frequentes no vocabulário do ensino de ciências; duas palavras-chave bastante citadas nas produções da área de pesquisa em Educação em Ciências.

As ideias sobre Alfabetização Científica não são recentes. Se remontarmos a discussões internacionais, o termo surge na década de 1950. No Brasil, embora tenham sido mais estudadas a partir dos anos 2000, há menção ao termo ou a estas ideias em publicações da década de 1990 como, por exemplo, em uma conversa entre Paulo Freire e Adriano Nogueira relatada em “Pedagogia dos Sonhos Possíveis”.

As práticas epistêmicas são expressão nova no léxico da pesquisa em Educação em Ciências, aparecendo de modo mais constante a partir da segunda metade de década de 2000, e já surgem, embora não explicitamente, no documento curricular atual, a BNCC, publicada em 2017.

Apesar destes históricos, ainda pairam dúvidas sobre as próprias expressões, o que elas abordam e mesmo os termos utilizados para se referir a elas ou a ideias similares. O objetivo deste capítulo é explorar estas expressões e, a partir dos entendimentos que temos sobre elas, apresentar nossas percepções sobre como Alfabetização Científica e práticas epistêmicas podem ser utilizadas nas pesquisas da área de Educação em Ciências e como podem ser inseridas nas salas de aula de ciências.

É importante, já de início, marcarmos o contexto foco da discussão: a escola, como espaço de interações e produção de conhecimento e como local em que a AC e as práticas epistêmicas podem ser promovidas, mas não é o único nem o local privilegiado para que isso ocorra, sobretudo considerando que ambas extravasam o âmbito escolar e, portanto, não se restringem e nem se encerram à escola.

Para alcançarmos o objetivo enunciado para este capítulo, entendemos ser preciso relacionar os conceitos de AC e de práticas epistêmicas com a própria atividade científica e, de modo mais detido, às normas e práticas que congregam os cientistas e regem suas ações. Essa relação será traçada inicialmente para cada um dos conceitos separadamente para, em seguida, articulá-los no contexto do ensino de ciências.

Começamos, então, por consolidar pressupostos que fundamentam a concepção de AC aqui adotada.

Sobre a expressão Alfabetização Científica e os pressupostos que a justificam

Muito já se publicou sobre Alfabetização Científica (AC) no Brasil e em todo o mundo (Sasseron; Carvalho, 2011, 2008; Roberts, 2007, 2011; Santos; Mortimer, 2001; Duschl, 2008; Laugksch, 2005; Bybee; DeBoer, 1994; Fourez, 1994; Hurd, 1998). E embora, em contexto nacional, ainda existam discussões sobre o termo a ser utilizado, se Alfabetização Científica, Letramento Científico ou Enculturação Científica, compreendemos que os objetivos por trás das concepções dos diferentes autores remontam a expectativas com a formação de sujeitos com conhecimento e capacidade de análise e tomada de decisão frente a temáticas e situações que envolvem as ciências e que surgem no contexto cotidiano. Assim, discutiremos o que entendemos por alfabetização e ampliaremos a reflexão sobre a palavra “científica” presente em todas as expressões mencionadas, mas estranhamente pouco discutida.

Adotamos a ideia de Alfabetização Científica por entendermos a alfabetização como um desenvolvimento, um aprendizado na prática, em que o sujeito, frente ao domínio de dadas técnicas, não apenas está no mundo, mas interfere nele. Esta concepção é exposta por Paulo Freire em *Educação e Mudança*, livro cuja primeira edição é do ano de 1979 em que relata experiências na alfabetização de adultos.

a alfabetização é mais que o simples domínio mecânico de técnicas para escrever e de ler. [...] é o domínio destas técnicas em termos conscientes. [...] É uma incorporação. Implica uma autoformação da qual pode resultar uma postura atuante do homem sobre seu contexto (Freire, 2014, p. 136).

Concebida desta forma, a alfabetização não é um processo mecânico ou técnico, mas um processo intelectual, que envolve o sujeito como um todo, reverberando não apenas em sua capacidade de decifrar códigos, mas, a partir desta, permitindo um modo diferente de envolvimento do sujeito com situações de sua vida.

Não se trata, pois, de considerar o alfabetizado como alguém em posição melhor ou mais privilegiada, mas sim de conceber sobre as possibilidades que a alfabetização oferece ao sujeito para sua atuação na sociedade.

Considerando o termo “científica” da expressão, referimo-nos às Ciências da Natureza, como disciplina escolar, que consolida conhecimentos e práticas de diferentes campos do conhecimento que buscam estudar os fenômenos da natureza. A concepção de ciências trazida por nós fundamenta-se na percepção da atividade científica como uma prática social em que os conhecimentos propostos têm caráter falível, as

verdades produzidas são transitórias e o exame cético das proposições acontece em uma comunidade crítica (Pilati, 2018; Shermer, 2011; Longino, 2002, 1990).

Assim concebidas, e com base nas ideias de Longino (1990), entendemos as ciências como atividade humana, portanto social, que acontece a partir e por meio de métodos, regras e valores da comunidade que dela participa e para ela contribui. Estes componentes sociais da atividade científica implicam diretamente em seus objetivos, seus modos de planejar e realizar investigações, bem como nos próprios temas e assuntos em discussão.

Nesta perspectiva, as ciências são os conhecimentos científicos, e também os modos de construção destes, as normas, as práticas e os ritos que regem a atividade. Diante disso, parece-nos essencial ponderar sobre como se organiza a comunidade científica.

Ao avaliarmos a ideia de ciências como uma prática humana e, portanto, social, colaborativa, remetemo-nos aos trabalhos de diferentes pesquisadores que fundamentam seus estudos sobre as ciências em uma perspectiva de sociologização desta atividade, ou seja, buscam avaliar as práticas científicas por meio das relações sociais estabelecidas na atividade científica (Longino, 1990; 2002; Knorr-Cetina, 2000; Pickering, 1995).

No livro *The Fate of Knowledge*, Longino (2002) busca analisar se e como a atividade científica pode ser objetiva. Para a autora, ela é objetiva porque é social; fosse individual, as marcas de subjetividade estariam mais evidentes, visto que os sujeitos são imbuídos de valores supraempíricos (para além da adequação empírica).

Diante destas ideias, Longino (2002) propõe *normas sociais para a atividade científica* que são elementos necessários para o estabelecimento de objetividade. Sendo essas normas expressas como o estabelecimento de fóruns, ou espaços e situações de debates, a receptividade à crítica, ou a ciência de que a atividade científica é analítica, os padrões públicos de análise, que estabelecem modos e meios pelos quais a crítica ocorre, e igualdade moderada, representada pela possibilidade de que todos aqueles que queiram iniciar e participar da atividade científica possam fazê-lo, desde que considerem aspectos já mencionados.

Assim, Longino (2002) também reconhece que, em sendo empreendimento social, as ciências dependem das práticas dos indivíduos e os indivíduos dependem das práticas uns dos outros, o que consolida o caráter do trabalho em rede; e, por isso, a inserção do sujeito no grupo, ou seja, a iniciação do cientista é um processo de reconhecimento de como as ações são ali realizadas e de como as práticas são reconhecidas e legitimadas. Para Longino (1990), a investigação científica consiste em diferentes atividades que não apenas produzem teorias, mas interações e modelos.

Entender sobre processos próprios da atividade científica nos ajuda a consolidar nossas concepções sobre a Alfabetização Científica; não porque ensejamos empreen-

der ações para a formação de futuros cientistas ou técnicos que desenvolvam atividades relacionadas às ciências, mas porque reconhecemos a importância de que os sujeitos devem saber sobre como se consolidam os conhecimentos sobre o mundo natural na comunidade científica, uma vez que nossa sociedade convive de modo bastante intenso (e nem sempre harmônico) com as ciências. Assim, ao concebermos a Alfabetização Científica, temos em mente a possibilidade oferecida ao sujeito para que tenha contato com conhecimentos, técnicas e processos das ciências para que possa mobilizá-los para a análise e atuação em situações da vida em sociedade.

Nesta perspectiva, Roberts (2011) tem proposto o pensamento sobre a AC vinculado à duas principais visões. A visão I teria caráter mais pragmático e estaria voltada ao reconhecimento de aspectos internos às ciências, como, por exemplo, estruturas do empreendimento intelectual das ciências que permitem a construção de explicações válidas para a comunidade e marcadas pela intertextualidade que possuem e pela coerência e possibilidade de geração de resultados que adquirem. Já a visão II, segundo Roberts (2011), estaria vinculada aos modos de interação dos sujeitos com processos e conhecimentos das ciências como, por exemplo, a percepção de formas de construir entendimentos pelas ciências e as mútuas influências entre ciência, tecnologia e sociedade e a consideração destas para tomada de decisões.

Se do ponto de vista teórico é relativamente simples distinguir estas duas visões, pensamos que o mesmo não ocorra quando tomamos a Alfabetização Científica como objetivo do ensino de ciências e nos colocamos face à tarefa de considerar atividades para seu desenvolvimento e avaliação. Mais do que isso: nossa concepção de Alfabetização Científica não congrega apenas aspectos de uma das visões, mas sim a relação harmoniosa entre eles.

Essa nossa concepção evoca as ideias de Duschl (2008), o ensino das ciências deve considerar diferentes domínios do conhecimento científico. Em sua proposta, estes domínios são o conceitual, representado pelas estruturas propostas em uma área, o epistêmico, representando os modos para desenvolvimento e avaliação dos conhecimentos na área, e o social, vinculado aos contextos e processos por meio dos quais são comunicados e debatidos os conhecimentos.

Recentemente, Stroupe (2014) acrescentou a dimensão material aos domínios do conhecimento como forma de abarcar as ferramentas construídas para a análise de situações e informações no processo de construção de conhecimentos.

Em sendo considerados domínios do conhecimento, as questões conceituais, epistêmicas, sociais e materiais das ciências tornam-se elementos a serem abordados de modo congregado nas aulas de ciências, pois são e estão diretamente relacionados uns aos outros. Assim, todas elas são conteúdos das aulas e não apenas os conceitos, usualmente enfatizados em currículos e planejamentos.

Com base nas ideias até aqui expostas, entendemos que, em sala de aula, a Alfabetização Científica pode ser desenvolvida quando situações didaticamente estruturadas permitem aos sujeitos o contato com processos e práticas da atividade científica na construção de entendimento sobre fenômenos e problemas em análise. Diante disso, deve ser possível também que os estudantes se envolvam com a análise ponderada sobre estes processos e práticas, ou seja, realizando ações que são construídas na reflexão e não apenas executadas. Assim, as ações de análise são, elas mesmas, situações de contato com elementos das ciências, pois representam as oportunidades para interação com normas e as práticas que regem a atividade científica.

Pensamos ainda ser importante expor que, em nosso entendimento, a Alfabetização Científica como perspectiva formativa para o ensino de ciências corresponde à possibilidade conferida ao sujeito para que ele tome decisões sobre situações de sua vida que se relacionem às ciências fazendo uso de conhecimentos sobre conceitos e práticas científicas. Isso pode acontecer quando o ensino das ciências abrange diferentes domínios do conhecimento e não apenas o conceitual.

Sobre as práticas epistêmicas

De modo semelhante a como propusemos a discussão sobre Alfabetização Científica, para abordar o que entendemos por práticas epistêmicas começamos por discutir o que sustenta a compreensão de práticas aqui apresentada.

Ao tratar a ideia de atividade científica, Pickering (1995) estabelece relações entre cultura e prática. Para ele, a cultura inclui modos de agir e relações sociais, materiais e instrumentos, como também conceitos e teorias; e a prática seria o trabalho realizado no âmbito desta cultura e a ela vinculado.

Neste contexto, a palavra "prática" engloba as atividades realizadas para o desenvolvimento de conhecimento sobre os assuntos pertinentes a uma cultura ou a uma comunidade.

Recorrendo mais uma vez aos estudos de Longino (1990, 2002), que apresenta a atividade científica como uma prática social, destacamos que estas práticas, ao contrário do que o senso comum pode nos levar a conjecturar, são aqui pensadas não encerradas ao âmbito de ações manipulativas, pois configuram toda ação de experiência com o conhecimento, envolvendo, portanto, o ato de manejar objetos, informações, conceitos, modelos e teorias. E, por ser social, a prática se circunscreve no âmbito em que valores e normas moldam e regem a atividade.

Já a palavra "epistêmica" refere-se à experiência do conhecimento ou do saber, ou seja, são epistêmicas as práticas manipulativas, discursivas ou cognitivas por meio das quais os indivíduos constroem, avaliam e legitimam conhecimentos. É, portanto,

um termo amplo e não circunscrito a um único campo de conhecimento, pois, em qualquer campo, práticas epistêmicas são realizadas para a construção de seus conhecimentos.

Assim assumidas, as práticas epistêmicas relacionam-se ao desenvolvimento e à avaliação de conhecimentos em uma determinada área de conhecimento. E, por revelarem características do empreendimento de uma comunidade, especificam e dão materialidade a seus modos de agir e a normas, regras e valores da atividade.

Ao caracterizar as práticas epistêmicas, Kelly (2016) as descreve como sendo interativas, contextualizadas, intertextuais e consequenciais¹. A interatividade das práticas marca sua característica de serem realizadas entre as pessoas, ou seja, de serem um empreendimento social e conjunto; a contextualidade evidencia que, por serem práticas sociais, estão condicionadas a normas culturais de um determinado contexto sociohistórico; a intertextualidade revela o compartilhamento de discursos, ideias e conhecimentos; e a consequentialidade explicita que, ao legitimar um conhecimento, as práticas referendam o valor social do mesmo.

Assim caracterizadas, consideramos haver relação entre as normas sociais da atividade científica descritas por Longino (2002) e as práticas epistêmicas, de maneira que podemos complementar o entendimento destas como sendo práticas sociais para construção, comunicação, avaliação e legitimação de conhecimentos que seguem normas e regras do grupo, regulando o estabelecimento de estratégias para entendimento de fatos e situações e para modos de interação entre os sujeitos.

Na área de pesquisa em Ensino de Ciências, desde os anos 2000, a expressão “práticas epistêmicas”² tem surgido associada à intenção didática em que os estudantes participam das aulas de ciências não restritos ao desenvolvimento de atividades características da escola, ou seja, aquelas em que escutam o professor, tomam notas de suas apresentações e reproduzem essas ideias em avaliações. As práticas epistêmicas surgem associadas às ideias sobre o ensino das ciências em que se torne possível aos estudantes o envolvimento com processos e atitudes característicos das ciências. Afirma-se, portanto, o ensejo de oferecer oportunidades para que os estudantes se envolvam com aspectos das ciências não restritas à abordagem conceitual, ampliando as possibilidades de conhecimento e reconhecimento de como a atividade científica se estrutura, como se relaciona com outras áreas e como impacta nossa vida.

Considerando estes aspectos, as práticas epistêmicas dialogam diretamente com os domínios do conhecimento, e, portanto, por serem específicas das ciências, com

¹No original, os termos são *interaccional, contextual, intertextual e consequential*.

²Embora seja comum encontrarmos a expressão práticas científicas e epistêmicas, quando inscrita no âmbito das pesquisas em ensino de ciências, podemos tomá-las apenas por práticas epistêmicas, pois, realizadas com o propósito de expressar conhecimento científico, são simultaneamente científicas e epistêmicas.

as ações em que fenômenos e situações são investigados, modelados e debatidos argumentativamente (Jiménez-Aleixandre; Crujeiras, 2017). Mas cabe argumentar pelo nosso entendimento de que não basta que os domínios do conhecimento sejam planejados: eles precisam ser vivenciados, praticados pelos estudantes nas situações de ensino. Do contrário, pode-se ter um ensino expositivo sobre quais são estes domínios e como eles podem ser identificados na apresentação de uma temática, sem que eles se tornem a prática para a investigação, a argumentação e a modelagem que levem ao entendimento dos fenômenos em estudo.

Relações entre Alfabetização Científica e as práticas epistêmicas

Tendo esboçado algumas ideias sobre como concebemos Alfabetização Científica e práticas epistêmicas, passamos agora a expor as relações que estabelecemos entre ambas.

Começamos por explorar pontos em comum. Alfabetização Científica e práticas epistêmicas apoiam-se em concepções sobre as ciências como atividade humana, portanto, social. Assim, ambas pressupõem que as interações de ordem epistêmica e social condicionam o contato com os fenômenos, as estratégias para entendimento deles e o desenvolvimento de proposições de conhecimento a serem analisadas e referendadas pelo grupo. De modo semelhante, Alfabetização Científica e práticas epistêmicas sustentam-se na ideia de que as interações entre os sujeitos e dos sujeitos com os conhecimentos marcam não apenas a construção de seus entendimentos, mas também o modo como estas construções são realizadas.

Diante disso, em nossa caracterização, os elementos que consolidam o que entendemos por Alfabetização Científica e práticas epistêmicas revelam estudos de diferentes campos que se encontram nas pesquisas sobre o ensino de ciências e na sala de aula para a concretização de ações didáticas desta disciplina. A Alfabetização Científica surge no campo educacional, representa uma perspectiva formativa e, portanto, associada e contextualizada por pressupostos didático-pedagógicos que explicitam os objetivos do ensino das ciências na relação com a concepção de ciência e com as normativas curriculares que se tem em vigência (Krasilchick, 2000). Já as práticas epistêmicas surgem de apropriação teórica de propostas advindas dos campos de antropologia e de sociologia das ciências pelos pesquisadores do ensino de ciências, e consolidam-se como uma forma de avaliar situações de ensino em que os estudantes adquirem papel intelectualmente ativo nas discussões sobre temas das ciências em sala de aula.

Apesar das semelhanças, Alfabetização Científica e práticas epistêmicas se diferem porque a primeira tem sido tomada como um objetivo do ensino de ciências ou uma

perspectiva formativa; já as práticas epistêmicas dialogam mais diretamente como modos de atuação do estudante que podem marcar outras atividades em sua vivência.

Percebemos que, neste momento, muitos são os estudos que ponderam sobre o que sejam Alfabetização Científica e práticas epistêmicas, mas são poucas as proposições feitas sobre como trazê-las, de modo articulado, para a sala de aula. Em trabalhos anteriores realizamos ações como estas, seja em estudos que analisam aulas do Ensino Fundamental e o engajamento dos estudantes com a investigação e as práticas epistêmicas (Sasseron; Duschl, 2016), seja em análises voltadas ao Ensino Médio, em que os estudantes constroem planos de investigação, evidências e explicações para fenômenos do mundo natural (Silva; Gerolin; Trivelato, 2018). Nestas nossas pesquisas, o ensino por investigação, em que se almeja a construção de modelos explicativos por meio de processos de investigação e argumentação, afirma-se como uma abordagem didática adequada e coerente ao desenvolvimento das práticas epistêmicas.

Tendo isso posto, passamos, então, a propor algumas ideias sobre como estas duas ideias podem surgir no ensino e na pesquisa em ensino de ciências.

Alfabetização Científica e as práticas epistêmicas: proposições para a pesquisa em Educação em Ciências

Como trouxemos já no início deste capítulo, as pesquisas em Educação em Ciências desde meados do século passado têm exposto a Alfabetização Científica como uma perspectiva formativa e, em anos mais recentes, têm explorado as práticas epistêmicas como aspectos importantes na relação entre ensino e ciências, seja como construto teórico-metodológico para a pesquisa, seja como objeto de ensino à prática de sala de aula.

No cenário nacional, a pesquisa em Educação em Ciências ainda convive com debates abertos sobre a expressão mais adequada para expor o objetivo do ensino das ciências (Sasseron; Carvalho, 2011). No entanto estamos alinhadas à perspectiva formativa em que os sujeitos reconhecem as ciências em seu cotidiano e, portanto, evidenciam as constantes, múltiplas e mútuas conexões entre ciências e sociedade (Roberts, 2011; Kelly, 2011; Norris; Phillips; Burns, 2014). Entendemos que a agenda dos pesquisadores da Educação em Ciências que se interessam pela Alfabetização Científica e pelas práticas epistêmicas inclui consolidar as relações já explicitadas em que as práticas epistêmicas materializam-se no e com o desenvolvimento da Alfabetização Científica.

A constituição de um construto teórico-metodológico que vincule Alfabetização Científica e práticas epistêmicas deve se concretizar a partir de resultados de pesquisas que exploram como essas práticas estão sendo mobilizadas em situações de

ensino e aprendizagem das ciências. Não se trata apenas de definir uma categoria ou metodologia de análise de dados, mas de significar a relação do que é importante para a formação dos sujeitos tomando por base os pressupostos teóricos expostos sobre a Alfabetização Científica e as práticas epistêmicas. Assim, pode-se consolidar conhecimentos sobre se a mobilização de práticas epistêmicas pelos estudantes garante o conhecimento das ciências e a incorporação destas práticas para investigação e tomada de decisão em situações alheias à escola e vinculadas à sociedade que convive e se relaciona, simultaneamente de modo harmônico e desarmônico com as ciências.

Configura-se, pois, em uma possibilidade de colocar em avaliação os esforços que vêm sendo travados na área de pesquisa e nas situações de ensino sobre os êxitos e fracassos frente à formação dos estudantes para a compreensão do que são as ciências, como elas estão em nossa vida, como elas impactam e mesmo regulam nossas atividades e como podemos incorporar nossas ações de normas e práticas das ciências para a ponderação sobre situações da sua vida e para a tomada de decisões.

De modo relacionado, estudos que apresentem resultados advindos de contextos de sala de aula, nos quais Alfabetização Científica e práticas epistêmicas são abordadas de forma articulada, podem contribuir para a consolidação de ideias sistematizadas sobre materiais didáticos, estratégias e metodologias de ensino mais adequados para que os estudantes tenham contato com os conhecimentos das ciências em seus diferentes domínios, podendo compreendê-la como uma atividade humana, em que se travam esforços para entender o mundo natural, a partir de conhecimentos, normas e práticas concebidos e reconhecidos socialmente.

Precisamos, pois, oportunizar a constituição desses ambientes de sala de aula e, para tanto, Alfabetização Científica e práticas epistêmicas precisam ser constructos apropriados pelos professores em atuação. Entendemos que os resultados de pesquisa na área da Educação em Ciências sobre AC muito contribuíram e ainda contribuem para que tenhamos currículos, materiais didáticos e professores de ciências que adotam como propósito formativo. No entanto, o cenário é diferente em relação à apropriação do conceito de práticas epistêmicas, seja por ser uma elaboração mais recente no campo de pesquisa, seja por termos pouca produção que caracteriza a natureza das práticas epistêmicas no contexto do planejamento didático.

Nesse âmbito, Alfabetização Científica é tida como perspectiva formativa. E o que são as práticas epistêmicas? No próximo tópico buscamos elaborar uma resposta para esta questão e constituir relações entre uma e outra para planejar situações formativas.

Alfabetização Científica e as práticas epistêmicas: algumas considerações para a sala de aula

Em trabalhos anteriores, explicitamos sequências e atividades de ensino em que os estudantes podiam envolver-se em discussões, pois o planejamento previa a garantia de liberdade intelectual e epistêmica (Sasseron; Carvalho, 2008; Silva; Gerolin; Trivelato, 2018). Em situações como estas, tem sido usual pautar o planejamento considerando os três eixos estruturantes da Alfabetização Científica, presentes em Sasseron e Carvalho (2011).

Estes eixos estruturantes surgiram a partir de revisão bibliográfica sobre Alfabetização Científica em que foram identificados elementos constantes nas definições de diferentes autores sobre o que seria necessário desenvolver ou avaliar para classificar alguém como alfabetizado cientificamente. Embora essas listas sejam extensas, o agrupamento em categorias permitiu a organização dos eixos estruturantes em três grandes grupos: (a) o envolvimento com termos e conceitos científicos básicos, (b) a compreensão de aspectos da natureza das ciências, em especial, os fatores éticos, políticos e sociais que circundam sua prática, e (c) entendimento das mútuas relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente. Esses três eixos, como categorias, ajudam a dimensionar o que abordamos ao tratar a Alfabetização Científica, no entanto nosso entendimento é que, como objetivos a serem alcançados, o planejamento de aulas deve considerá-los de modo integrado.

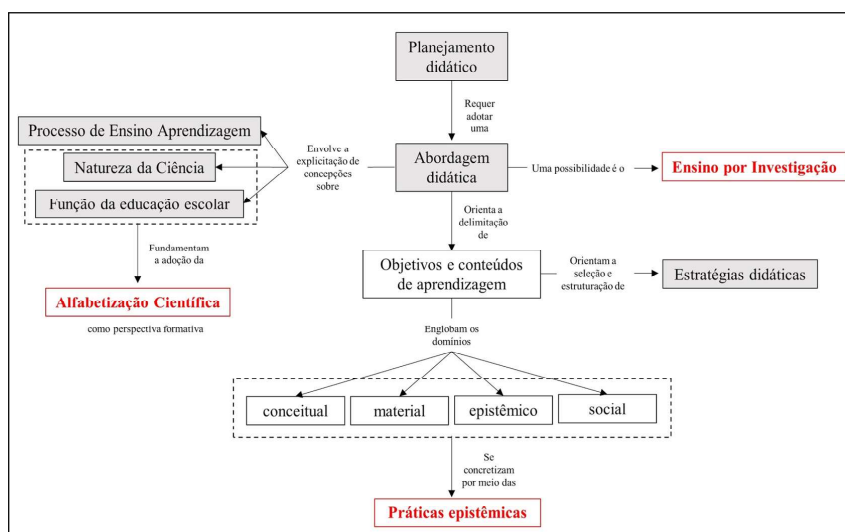
Nesse sentido, temos atuado em atividades de ensino para desenvolvimento da Alfabetização Científica dos estudantes e em atividades de pesquisa para compreensão deste processo utilizando o ensino por investigação como abordagem didática. Esta opção consolida-se na percepção de que o ensino por investigação promove, em sala de aula, oportunidades para os estudantes propor modos de investigar problemas, argumentar durante o processo de resolução e construir modelos que permitam explicar os fenômenos e as situações analisadas, avaliando e negociando as propostas enunciadas (Franco; Munford, 2020; Munford; Lima, 2007; Pedaste et al., 2015).

Embora esta possibilidade seja aqui assumida, é importante registrar nosso entendimento de que o ensino por investigação, na coerência com as ideias sobre ciências e ensino de ciências já expostas, apenas se confirma pelas interações, ou seja, a investigação proposta pelo ensino apenas se torna possível quando são adotadas estratégias didáticas nas quais os diferentes domínios do conhecimento das ciências (conceitual, material, epistêmico e social) sejam mobilizados e possibilitem o envolvimento dos estudantes com as ciências em uma perspectiva social e, com isso, apoiam o desenvolvimento das práticas epistêmicas.

Assim explicitado, temos concebido as práticas epistêmicas como conteúdo de aprendizagem, visto que se constituem como práticas que, embora sigam normas e regras de cada grupo sala, devem se articular com as práticas sociais de construção, comunicação, avaliação e legitimação do conhecimento científico, dado que, no contexto da sala de aula de ciências, está posto o compromisso social de formação com vistas à Alfabetização Científica.

A partir dos apontamentos trazidos por Alves e Bego (2020) sobre elementos constituintes do planejamento didático, na Figura 1 articulamos abordagem didática, objetivos de aprendizagem e estratégias didáticas aos conceitos de Alfabetização Científica, ensino por investigação e práticas epistêmicas.

Figura 1 – Relação entre alguns elementos constituintes do planejamento didático com os conceitos de Alfabetização Científica, Ensino por Investigação e Práticas Epistêmicas. Em cinza os elementos e articulações baseados em Alves e Bego (2020)



Fonte: elaboração dos autores

De acordo com o exposto ao longo deste texto, e sintetizado na Figura 1, entendemos que este é um modo adequado e coerente aos pressupostos expostos para desenvolver a agência epistêmica dos estudantes, ou seja, para permitir que o ensino das ciências incida nos estudantes não apenas no âmbito escolar, mas formando-o pela escola para o exercício de sua autonomia intelectual na consideração dos conhecimentos científicos e dos modos de construí-los, incluídos aí as normas, as práticas e os valores das ciências.

Referências

- ALVES, M.; BEGO, A. M. A Celeuma em torno da temática do planejamento didático-pedagógico: definição e caracterização de seus elementos constituintes. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, Belo Horizonte, v. 20, p. 71–96, 2020.
- BYBEE, R.; DeBOER, G. Research on goals for the science curriculum. In: GABEL, D. (ed.) *Handbook of research in science teaching and learning*, New York, McMillan, 1994.
- DUSCHL, R. Science education in three-part harmony: balancing conceptual, epistemic and social learning goals. *Review of Research in Education*, v. 32, n. 1, p. 268–291, 2008.
- FOUREZ, G. *Alphabétisation scientifique et technique – essai sur les finalités de l’enseignement des sciences*. Bruxelas: DeBoeck-Wesmael, 1994. 220 p.
- FRANCO, L. G.; MUNFORD, D. O Ensino de vivências por investigação em construção: possibilidades de articulações entre os domínios conceitual, epistêmico e social do conhecimento científico em sala de aula. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, Belo Horizonte, v. 20, p. 687-719, 2020.
- FREIRE, P. *Educação e mudança*. São Paulo: Paz e Terra, 2014. 156 p.
- HURD, P. Scientific literacy: new minds for a changing world, *Science Education*, Nova Jersey, v. 82, n. 3, p. 407-416, dez. 1998.
- JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P.; CRUJEIRAS, B. Epistemic Practices and Scientific Practices in Science Education. In: TABER, K.; AKPAN, B. (Eds) *Science education: an international course companion*. Rotterdam: SensePublishers, 2017, p. 69-80.
- KELLY, G. Methodological considerations for the study of epistemic cognition in practice. In: GREENE, J.; SANDOVAL, W.; BRATEN, I. (Eds.) *Handbook of epistemic cognition*. New York: Routledge, 2016, p. 393–408.
- KELLY, G. Scientific literacy, discourse, and epistemic practices. In: LINDER, C.; ÖSTMAN, L.; ROBERTS, D.; WICKMAN, P.; ERICKSON, G.; McKINNON, A. (Eds.) *Exploring the landscape of scientific literacy*. New York: Routledge, 2011, p. 61–73.
- KELLY, G.; LICONA, P. Epistemic Practices and Science Education. In: MATTHEWS, M. (Ed) *History, Philosophy and Science Teaching*. Cham: Springer, 2018, p. 139-165.

KNORR-CETINA, K. *Epistemic cultures: How the sciences make knowledge*. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1999, 340 p.

LAUGKSCH, R. Scientific Literacy: a conceptual overview, *Science Education*, Nova Jersey, v. 84, n. 1, p. 71-94, jan. 2000.

LONGINO, H. *Science as social knowledge: values and objectivity in science inquiry*. Princeton, NJ: Princeton University Press, 1990, 280 p.

LONGINO, H. *The Fate of Knowledge*. Princeton, NJ: Princeton University Press, 2002. 248 p.

MUNFORD, D.; LIMA, M. E. C. C. Ensinar ciências por investigação: em que estamos de acordo?, *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, Belo Horizonte, v. 9, n. 1, p. 89-III, jun. 2007.

KRASILCHIK, M. Reformas e realidade: o caso do ensino das ciências. *São Paulo em Perspectiva*, São Paulo, v. 14, n. 1, p. 85-93, mar. 2000.

NORRIS, S.; PHILLIPS, L.; BURNS, D. Conceptions of scientific literacy: identifying and evaluating their programmatic elements. In: MATTHEWS, M. (Ed.) *International handbook of research in history, philosophy and science teaching*. Dordrecht: Springer, 2014, p. 1317-1344.

PEDASTE, M.; MÄEOTS, M.; SIIMAN, L.; JONG, T.; VAN RIESEN, S.; KAMP, E.; MANOLI, C.; ZACHARIA, Z.; TSOURLIDAKI, E. Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry cycle. *Educational Research Review*, v. 14, n. 1, p. 47-61, fev. 2015.

PICKERING, A. *The mangle of practice: time, agency and science*. Chicago, The University of Chicago Press, 1995. 282 p.

PILATI, R. *Ciência e pseudociência: por que acreditamos naquilo que queremos acreditar*. São Paulo: Contexto, 2018. 160 p.

ROBERTS, D. Scientific Literacy/ Science Literacy. In: ABELL, S.; LEDERMAN, N.; (Eds.) *Handbook of research on science education*, Mahwah: Lawrence Erlbaum Associates, 2007, p. 729-780).

ROBERTS, D. Competing visions of scientific literacy: the influence of a science curriculum policy image. In: LINDER, C.; ÖSTMAN, L.; ROBERTS, D.; WICKMAN, P.; ERICKSON, G.; MCKINNON, A. (Eds.) *Exploring the landscape of scientific literacy*. New York: Routledge, 2011, p. 11-27.

SANTOS, W.; MORTIMER, E. Tomada de decisão para ação social responsável no Ensino de Ciências. *Ciência & Educação*, Bauru, v. 7, n. 1, p. 95-III, mar. 2001.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. de. Almejando a alfabetização científica no ensino fundamental: a proposição e a procura de indicadores do processo. *Investigações em Ensino de Ciências*, Porto Alegre, v. 13, n. 3, p. 333-352, dez. 2008.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. de. Construindo argumentação na sala de aula: a presença do ciclo argumentativo, os indicadores de alfabetização científica e o padrão de Toulmin. *Ciência & Educação*, Bauru, v. 17, n. 1, p. 97-114, mar 2011.

SASSERON, L. H.; DUSCHL, R. Ensino de Ciências e as práticas epistêmicas: o papel do professor e o engajamento dos estudantes. *Investigações em Ensino de Ciências*, Porto Alegre, v. 21, n. 2, p. 52-67, ago 2016.

SHERMER, M. *Por que as pessoas acreditam em coisas estranhas: pseudociência, superstição e outras confusões dos nossos tempos*. São Paulo: JSN Editora, 2011. 382 p.

SILVA, M. B.; GEROLIN, E. C.; TRIVELATO, S. L. F. A Importância da autonomia dos estudantes para a ocorrência de práticas epistêmicas no Ensino por Investigação. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, Belo Horizonte, v. 18, n. 3, p. 905-933, dez. 2018.

STROUPE, D. Examining classroom science practice communities: how teachers and students negotiate epistemic agency and learn science-as-practice. *Science Education*, Nova Jersey, v. 98, n. 3, p. 487-516, abril 2014.