



ENSINO DE CIÊNCIAS COMO PRÁTICA SOCIAL: RELAÇÕES ENTRE AS NORMAS SOCIAIS E OS DOMÍNIOS DO CONHECIMENTO

Science Teaching as Social Practice: relations between social norms and domains of knowledge

Fernando César Silva [fcsquimico@ufmg.br]

Faculdade de Educação

Universidade Federal de Minas Gerais

Avenida Antônio Carlos, 6627, Belo Horizonte, MG, Brasil

Luciana Abreu Nascimento [luciana.nascimento@ifsuldeminas.edu.br]

Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Sul de Minas

IFSULDEMINAS – Poços de Caldas

Avenida Dirce Pereira Rosa, 300, Poços de Caldas, MG, Brasil

Raquel Sousa Valois [rsvalois@ufpi.edu.br]

Universidade Federal do Piauí

Campus Amílcar Ferreira Sobral

BR 343, Km 3,5, Floriano, PI, Brasil

Lúcia Helena Sasseron [sasseron@usp.br]

Faculdade de Educação

Universidade de São Paulo

Avenida da Universidade, 308, São Paulo, SP, Brasil

Resumo

A ideia de ensino de ciências como prática social tem sido exposta por diferentes pesquisadores da área e sustenta-se na concepção filosófica sobre a atividade científica como uma prática social. Assim, nessa compreensão consideramos a construção de entendimentos em sala de aula por meio das interações sociais. Neste texto, buscamos expor as relações entre o ensino de ciências como prática social e os domínios do conhecimento científico. Para isso, expomos e discutimos fundamentos filosóficos sobre a ciência como prática social, a partir das ideias de Helen Longino, e fundamentos educacionais sobre os domínios do conhecimento científico em sala de aula, por meio de proposições de Richard Duschl e David Stroupe. Entendemos que a transposição das normas sociais do conhecimento científico para a sala de aula implica na mobilização de todos os domínios, pois os estudantes possuiriam abertura para negociarem, i) compreendendo como sabem o que sabem (epistêmico), ii) reproduzindo normas, rotinas e valores (social), iii) incorporando ferramentas e recursos no processo de legitimação desses conhecimentos (material), e iv) construindo o conceito estudado (conceitual). Dessa forma, o ensino de ciências como prática social só se sustenta quando são considerados os domínios do conhecimento científico em sala de aula. Entendemos que as ideias apresentadas ao longo deste artigo podem contribuir para estudos da área de pesquisa em Educação em Ciências acerca de modos de avaliar ações e processos em que o currículo e o planejamento consideram elementos para além do domínio conceitual, trazendo, por isso, abertura para a explicitação da ciência como área de conhecimento.

Palavras-Chave: Normas Sociais; Ensino como Prática; Domínios do conhecimento científico.

Abstract

The idea of science as a social practice has been exposed by different researchers in the field and it's based on the philosophical conception of scientific activity as a social practice. Thus, in this understanding we consider that the construction of knowledge in the classroom occurs through social interactions. In this text, we try to expose the relations between science as social practice and the domains of scientific knowledge. In

order to do so, we expose and discuss philosophical foundations about science as social practice from ideas of Helen Longino and on educational foundations on the domains of scientific knowledge in the classroom through the studies of Richard Duschl and David Stroupe. We understand that transposition of the social norms of scientific knowledge to the classroom implies the mobilization of all domains, because students are open to negotiating, i) understanding how they know what they know (epistemic), ii) reproducing norms, routines and values (social), iii) incorporating tools and resources in the process of legitimizing this knowledge (material), and iv) building the studied concept (conceptual). So, science as social practice is only sustained when the domains of scientific knowledge in the classroom are considered. We understand that the ideas presented throughout this article can contribute to studies in the area of research in Science Education about ways of evaluating actions and processes in which the curriculum and planning consider elements beyond the conceptual domain, bringing, therefore, openness for the explanation of science as an area of knowledge.

Keywords: Social Norms; Science as Practice; Domains of scientific knowledge.

INTRODUÇÃO

Ao longo dos anos, o ensino de Ciências da Natureza passa por transformações tanto em relação ao currículo prescrito quanto às metodologias anunciadas. As mudanças revelam alinhamento com resultados de pesquisas em ciências, educação e ensino de ciências, incorporando inovações didáticas e pedagógicas e perspectivas filosóficas sobre as ciências e a educação. Assim, mudanças também foram decorrência dos momentos histórico, social, político e econômico (Krasilchik, 2000), deixando claro que a escola é mais um aspecto da sociedade, podendo influenciá-la, mas certamente sendo por ela influenciada.

Pesquisadores da Educação em Ciências identificam tendências didáticas e concepções de ciência como elementos interferentes das mudanças ocorridas nos currículos escolares. Lehrer e Schauble (2005) avaliam que, ao longo dos anos, a sala de aula sofreu influência das ideias de ciência como lógica, ciência como mudança conceitual e ciência como prática. Osborne (2016), argumentando acerca da importância de que as aulas possam promover condições para o desenvolvimento do raciocínio científico entre os estudantes, ressalta as ênfases distintas e históricas ao conhecimento abordado em aula, passando do conhecimento conceitual, para o procedimental e chegando, mais recentemente, ao conhecimento epistêmico. Avaliando movimentos e tendências curriculares, Duschl (2008) destaca que o ensino de ciências sempre se preocupou com o quê ensinar, tendo havido movimentos, a partir da segunda metade do século XX, para discutir e elaborar atividades sobre o que seria importante os alunos *fazerem* para aprender ciências e, com isso, enfatizando a manipulação de objetos e materiais para o ensino sobre os fenômenos. Duschl (2008), então, ressalta que esta perspectiva deixa apartados da discussão os processos dialógicos da construção do conhecimento e, como alternativa, expõe a necessidade de que o ensino de ciências esteja envolto por características epistêmicas e, portanto, sociais, da atividade científica. Com isso, em anos mais recentes tem sido ressaltada a concepção de o ensino das ciências que considere o envolvimento intelectualmente ativo dos estudantes no trabalho em grupo para análise de fenômenos que permitam a identificação de problemas e dilemas em situações cotidianas relacionados às ciências, a construção de mecanismos para entendimento destas situações e análise de cenários presentes e vindouros, a intervenção pela atuação e tomada de decisões (Santos, 2009; Roberts, 2011; Valladares, 2021; Silva & Sasseron, 2021). Assim, o foco do trabalho didático deixa de estar voltado apenas às questões conceituais, pois congrega também os domínios social, epistêmico e material do conhecimento científico como essenciais para a compreensão desta área de conhecimento e suas relações com a sociedade (Duschl, 2008; Stroupe, 2014; Franco & Munford, 2020; Silva & Sasseron, 2021). O trabalho para tal finalidade sustenta-se no reconhecimento da constituição da sala de aula como espaço para desenvolvimento de práticas socioculturais, permitindo aos estudantes a percepção de que as ciências se constroem pela relação e trabalho conjunto entre indivíduos e não como uma atividade privada (Kelly, 2008; Stroupe, 2014) e, por este motivo, tem sido considerado o ensino de ciências como prática social (Stroupe, 2015; Sasseron, 2021). Neste trabalho, defendemos esta concepção e, portanto, não temos a intenção de traçar um novo paradigma para o ensino de ciências e para a pesquisa em ensino de ciências. Temos, sim, o intuito de aprofundar ideias e, em especial, construir relações entre construtos teóricos já existentes de modo a propor a tese de que o ensino de ciências como prática social desenvolve-se a partir da mobilização concatenada de domínios do conhecimento científico. Para tanto, nossa discussão encontra respaldo teórico nos trabalhos da professora e filósofa da ciência Helen Longino, em especial nos seus livros *Science as social knowledge* (1990) e *The fate of knowledge* (2002), onde ela apresenta a ciência como prática humana, portanto, social. Para construir esta argumentação teórica, neste texto temos como objetivo expor

os fundamentos filosóficos sobre a ciência como prática social e os fundamentos educacionais sobre os domínios do conhecimento científico em sala de aula (Duschl, 2008; Stroupe, 2014) de forma a sustentar o trabalho didático com estes domínios para promover envolvimento dos estudantes com práticas científicas, como a investigação, a argumentação e a modelagem (Jiménez-Aleixandre & Crujeiras, 2017; Kelly & Licona, 2018).

A CIÊNCIA COMO PRÁTICA

Algumas ideias advindas da visão de ciência de Longino

Grande parte da sustentação teórica das ideias expostas neste artigo advém do estudo dos trabalhos da filósofa Helen Longino. Atualmente professora da *Stanford University*, nos Estados Unidos da América, Longino discute as dimensões sociais do conhecimento científico e as relações entre valores sociais e cognitivos. Em trabalhos mais recentes, tem dedicado atenção a epistemologias sociais, com grande apelo a bases que sustentam o movimento feminista, revelando a crítica e as interações em cooperação como marcas do pluralismo científico. Para Longino, a produção de conhecimento científico é uma prática social, não apenas porque ocorre em grupos, mas também porque é regida por normas, regras e valores que condicionam e influenciam a atividade científica impelindo a crítica como elemento essencial para sua concretização.

As ações e condições que conferem caráter social ao conhecimento científico tanto o protegem quanto o tornam exposto aos valores contextuais, que indicam o pertencimento ao contexto social e cultural de produção do conhecimento (Longino, 1990). Diante de tal premissa, Longino (1990) expõe discussões acerca da objetividade da ciência: tal objetividade estaria apoiada no método científico? Esse método protegeria o conhecimento científico dos valores contextuais?

Debatendo essas indagações, a autora evidencia que um experimento pode ser realizado em partes, e por diferentes indivíduos ou grupos (Longino, 1990). Assim, *“a aplicação do método científico, requer por sua natureza a participação de dois ou mais indivíduos”* (p. 67; *tradução nossa*). Desse modo, o entendimento do fenômeno em estudo é uma negociação social, e mesmo que alguém argumente sobre a natureza individual da atividade, o conhecimento científico não é o produto advindo da cumulatividade de produções individuais inseridas em um todo, mas, um produto proposto, analisado e, portanto, construído pela comunidade científica durante ações que constituem o processo de críticas característica desta comunidade (Longino, 1990).

A investigação científica, segundo Longino (1990), é social e complexa, consistindo de atividades variadas e distintas, que são realizadas por pessoas e/ou grupos diferentes, na maioria das vezes em colaboração, em rede. Esses diferentes tipos de atividade constituem a complexidade da investigação, que visa *“não apenas produzir teorias, mas também (produzir) interações concretas com processos naturais, bem como modelos”* (p. 67; *tradução nossa*). Nesse sentido, a forma como cada um entende sua própria prática e o que considera como um padrão de qualidade indica que o conhecimento *“não é domínio privado de nenhum desses indivíduos ou comunidades que praticam a ciência”* (p. 19; *tradução nossa*). Sustentados nessas ideias, podemos depreender que não há um método científico, mas um conjunto de práticas que se relacionam às diferentes concepções de conhecimento nos mais variados contextos de sua produção. Mesmo que pensemos em métodos científicos ao invés de método científico, esses métodos não podem ser entendidos como uma sequência de procedimentos que o indivíduo segue para produzir conhecimento, mas como práticas desenvolvidas na e pela comunidade mediante as necessidades de um contexto mais amplo.

Apoiada nas concepções já expostas, Longino (1990) entende que a objetividade da ciência não é produto ou mérito de um método científico; e para compreender o que concretiza a característica objetiva do conhecimento científico, defende a necessidade de duas principais mudanças de perspectiva para a avaliação da construção e legitimação do conhecimento científico. A primeira mudança estaria relacionada ao retorno da ideia de ciência como prática, pois, nesta perspectiva, a ciência é concebida como algo que é praticado, envolvendo algum tipo de atividade realizada pelo cientista com o objetivo de produzir o conhecimento. Esse entendimento, de acordo com Longino (1990), conduz à segunda mudança, a de que o método científico é algo praticado pelos membros da comunidade científica.

Reconhecendo a natureza social da prática científica, Longino (1990), citando Grene (1985), expõe três aspectos do caráter social da ciência: i) a ciência como empreendimento social e, por isso, atrelada a

normas, práticas e condições estabelecidas por quem a pratica; ii) a iniciação do indivíduo na investigação científica, ou seja, a necessidade de aprender normas, práticas, valores e técnicas, na relação com outros indivíduos, para inserção na comunidade e, iii) a atividade científica como atividade em rede e, por isso, sua prática como dependente dos valores desta sociedade. Dessa forma, Longino (1990) mostra que a objetividade da ciência é consequência dessas comunidades de práticas, ao invés de ser uma característica ou disposição do indivíduo que a pratica. Em outras palavras, a objetividade não está no indivíduo que, aparentemente, segue um método científico, mas nas atividades sociais desencadeadas na e pela comunidade.

Importante destacar que para Longino (2002) o termo social não significa apenas comum, coletivo ou compartilhado, mas interativo. A autora enfatiza que as interações discursivas críticas são as que “*determinam o que fica para permanecer no conjunto público de informações que conta como conhecimento*” (p.129; *tradução nossa*), transformando o subjetivo em objetivo. Assim, entendemos porque Longino (1990) afirma que essa prática social também protegeria o conhecimento científico das influências dos valores contextuais, pois há a “*a possibilidade da crítica intersubjetiva que permite a objetividade*” (p. 71; *tradução nossa*). Nesse sentido, ela apresenta e discute quatro normas sociais do conhecimento científico (Longino, 1990; 2002): a existência de fórum, o estabelecimento de padrões públicos de análise, a receptividade à crítica e a constituição de igualdade moderada.

A existência de *fórum* se refere aos meios pelos quais o conhecimento produzido é comunicado e avaliado, por exemplo, conferências, revisão pelos pares para a publicação em periódicos etc. Segundo Longino (2002) as atividades referentes à crítica devem ter o mesmo peso dado às atividades de produção desse conhecimento, pois a crítica favorece o avanço e abre novos caminhos para a sua compreensão. Nas palavras da autora (1990, p. 73; *tradução nossa*) “*a crítica é, portanto, transformadora*”.

Os diversos espaços fomentados para a realização da crítica tornam os conhecimentos públicos e garantem que mesmo que eles já tenham sido publicados em um periódico, por exemplo, podem ser reavaliados (Longino, 1990). Nesse sentido, a crítica é realizada durante todo o processo, produção e desenvolvimento, e em espaços que são governados por normas e regras.

Segundo Longino (2002), o estabelecimento de *padrões públicos de análise* indica normas que orientam as críticas às teorias, hipóteses e práticas. No entanto, não é a crítica pela crítica, mas que essa seja relevante para os objetivos da comunidade científica. Isso fica claro quando Longino (2002) afirma que “*as preocupações de uma comunidade não é uma função do capricho dos indivíduos, mas sim das normas públicas ou critérios aos quais os membros da comunidade estão ou se sentem vinculados*” (p. 130; *tradução nossa*). O uso do termo **padrões refere-se aos valores compartilhados na interação discursiva crítica** realizada na comunidade científica. Esses valores seriam, por exemplo, as normas que indicariam a adequação do conhecimento a determinado campo, expansão de estruturas de conhecimento já existentes, consistência com teorias aceitas em outros campos, dentre outros. Longino (2002) defende que todas essas características são necessárias para a legitimação desse conhecimento. No entanto, esses padrões não limitariam e nem determinariam a crítica, pois “*é a existência [...] [deles] que torna os membros individuais de uma comunidade científica responsáveis por algo além de si mesmos*” (Longino, 1990, p. 77; *tradução nossa*). A inclusão do termo “públicos” na expressão “padrões públicos” é feita pela autora com referência aos aspectos da publicidade da ciência, que são: i) disponibilidade e compreensibilidade das afirmações, hipóteses e suposições pelos membros da comunidade científica, e ii) as explicações teóricas “*são intersubjetivamente determináveis*” (idem, p. 70; *tradução nossa*). Em outras palavras, a ciência possui uma linguagem própria para o entendimento dessas teorias, para se concordar ou refutar as hipóteses, para elaborar e responder as objeções a essas hipóteses etc. Além disso, os objetos da experiência existem independentes do nosso ver e pensar sobre eles, o que “*impõe uma aceitação de restrições sobre o que pode ser dito ou razoavelmente acreditado sobre eles*” (p. 70; *tradução nossa*). Longino (2002) conclui que os padrões públicos de análise não são estáticos, mas podem ser criticados e transformados. Além disso, reforça que esses padrões foram submetidos a um exame crítico, não sendo estabelecidos por atos particulares.

Para a autora, a *receptividade à crítica* não significa que os cientistas ou os seus grupos de pesquisa devam concordar com a crítica, mas atentarem e participarem dessa discussão, mantendo logicamente as suposições que orientam suas atividades sensíveis a ela. Essa receptividade indica então, além da aceitação de ideias diferentes, “*a modificação [...], o desenvolvimento de novos dados, razões e argumentos*” (p. 130; *tradução nossa*). Ela destaca que aqueles que criticam também devem ser responsáveis, assim como a comunidade que recebe essas críticas. E esta responsividade é marcada por

ser um ato de participação considerando as normas de interação e os padrões de conhecimento assumidos pela comunidade. Nesse sentido, “*a crítica faz parte de uma prática construtiva e justificatória*” (p. 130; *tradução nossa*), pois as ideias e teorias de uma comunidade se transformam em função do discurso crítico que ocorre.

Na *constituição de igualdade moderada* sustenta-se na percepção de que o poder político ou econômico de um cientista ou de um grupo não deve ser considerado no processo de avaliação e nas críticas procedentes deste (Longino, 1990; 2002). Isso é garantido por meio do diálogo crítico que ocorre na comunidade, considerando todos os membros (autoridade) que fazem parte dela. Longino (2002) reconhece que os membros da comunidade científica diferem em capacidade intelectual, seja pela escolaridade ou oportunidades, mas que não seria esse o elemento decisivo para a participação no processo de construção do conhecimento, de modo que a constituição “*da igualdade (moderada) da autoridade intelectual*” (p.131; *tradução nossa*) se dá pela inserção na prática discursiva do grupo, pela persuasão por meio do raciocínio e do argumento. A autora ainda acrescenta a capacidade dos membros dessa comunidade assegurar que as novas ideias sejam desenvolvidas, tornando fonte de críticas e contribuindo para novas compreensões. Para Longino (2002) a igualdade pode ser moderada em alguns aspectos. Primeiro, os cientistas precisam atender às críticas relevantes para os objetivos cognitivos e práticos da comunidade científica. A partir do momento que as interações discursivas de um cientista ou grupo de pesquisa não é receptiva à crítica, pode-se dizer, que há perda da autoridade intelectual. Por exemplo, reiterar a mesma ideia desconsiderando a crítica que foi feita, implica na desqualificação desse cientista ou grupo de pesquisa como igual dentro da comunidade científica. Segundo, o pertencimento a uma comunidade exige que seus membros sejam inclusivos, atendendo às críticas provenientes de membros de outras comunidades, que são afetadas por esse conhecimento. Isso significa que deve haver “*interação entre as comunidades, ou pelo menos exigir abertura à crítica tanto de dentro como de fora da comunidade*” (p. 135; *tradução nossa*).

Longino (2002) reconhece a complexidade de que estas normas sociais do conhecimento sejam efetivamente concretizadas e, portanto, admite que elas pertencem a um ideal sobre as interações sociais realizadas na produção e divulgação de conhecimentos científicos. No entanto, ela argumenta que uma comunidade somente será qualificada como uma “*comunidade produtiva do conhecimento*” (p. 134, *tradução nossa*), quando ela atende a essas normas, o que impede que os valores contextuais sejam incorporados. Portanto, “*essas normas permitem distinguir as interações sociais que são produtivas do conhecimento daquelas que não são*” (p. 134, *tradução nossa*).

As interações produtivas de conhecimento são, assim, vistas como fenômenos sociais marcados por normas de participação em uma comunidade de pares (Duschl, 2008). Tais normas, assim como o conhecimento científico, mudam com o tempo, estabelecendo-se, entre outros, novos métodos de investigação, ferramentas de trabalho, formas de interação e critérios para construção, comunicação e avaliação de novas ideias. Estes pressupostos sustentam a constituição da perspectiva de ensino de ciências como prática social, pois consideram a necessidade de que os estudantes tenham contato com elementos essenciais para a construção de conhecimento que não são apenas seus produtos finalizados ou os processos por meio dos quais são propostos. Nesse sentido, conforme reforça Duschl (2008), como as ciências seguem em contínua transformação, sendo um modo de conhecimento caracterizado por domínios de trabalho específicos, torna-se importante abordá-los nas aulas. Tratamos sobre isso a seguir.

OS DOMÍNIOS DO CONHECIMENTO CIENTÍFICO TRANSPOSTOS PARA A SALA DE AULA

Algumas ideias da literatura

A compreensão de ciência como um empreendimento humano/prática pública marcado por normas e práticas socialmente constituídas solicita repensar o ensino de ciências na escola, pois reformula algumas expectativas de ensino para os estudantes em torno da participação nas práticas científicas. A efetivação desta proposta, ainda que parta de certo consenso sobre a necessária participação dos estudantes nas práticas científicas, estabelece um problema quanto à definição do que constituiria esse conjunto de atividades nas quais os estudantes deveriam ser iniciados. Neste trabalho, buscamos contribuir para essa definição a partir de domínios específicos do trabalho disciplinar que se evidenciam conforme compreendemos a ciência como uma prática social, na qual normas e práticas são estabelecidas e compartilhadas ao longo do tempo.

Para tanto, sustentamos ideias de Duschl (2008) para quem o processo de trabalho científico é influenciado por aspectos sociais, políticos e culturais de um contexto e a prática científica emerge de uma rede de atividades que inclui discurso especializado, práticas e normas de participação específicas historicamente construídas. Daí decorre a percepção de que **três domínios de conhecimento - conceitual, epistêmico e social** - integrados na prática científica, **sejam abordados didaticamente**. Também partindo da concepção de ciências como prática, Stroupe (2014; 2015) identifica um quarto domínio a ser acrescentado aos previamente apresentados, o **domínio material**. Congregando as ideias de Duschl (2008) e de Stroupe (2014; 2015) estes quatro domínios integrados comporiam a prática profissional das comunidades científicas e seriam necessários de serem abordados em aulas de ciências em que se pretenda apresentar aos estudantes as ciências como uma área de conhecimento.

Nesse ponto, cabe destacar que Stroupe (2014; 2015) emprega a terminologia *dimension* (dimensão) para descrever a prática científica, enquanto Duschl (2008), com esse mesmo fim, adota a palavra *domain* (domínio), ficando a possibilidade de traduções distintas para um mesmo contexto. Para este trabalho, optamos por empregar o segundo termo, por entender que, na língua portuguesa, domínio remete a um dos âmbitos da prática científica sem que se atribua um sentido mais rígido de separação, como a palavra dimensão nos parece sugerir. Embora, como será apresentado ao longo desta discussão, a definição desses domínios apareça de forma compartimentada, a escolha desse termo apoia-se no entendimento de que sua compreensão [dos domínios] ocorra de forma articulada no trabalho científico, sendo esferas de ação ou pensamento que se sobrepõem na prática das comunidades científicas.

Da síntese de Stroupe (2014; 2015) e Duschl (2008), o *domínio conceitual* pode ser compreendido como as estruturas conceituais (teorias, princípios, leis e ideias) utilizadas por membros de comunidades científicas no e para o processo de raciocínio científico; o *domínio epistêmico* corresponde aos processos cognitivos utilizados por membros de comunidades científicas no desenvolvimento e avaliação do conhecimento, como sustentação tanto desse, quanto de seu processo de construção; o *domínio social* diz respeito aos processos sociais e contextos nos quais, implícita e explicitamente, membros de comunidades científicas negociam, estabelecem e reproduzem normas e rotinas de desenvolvimento, comunicação, representação, argumentação, crítica, debate e uso de ideias; e o *domínio material* refere-se a como membros de comunidades científicas criam, adaptam e utilizam ferramentas, tecnologias, inscrições e outros recursos para apoiar o trabalho intelectual da prática.

Esses quatro domínios do conhecimento científico expressam-se no trabalho cotidiano das comunidades científicas, sendo partilhadas e transformadas nas interações entre membros mais ou menos experientes no processo de construção do conhecimento científico, de modo que podemos, como vimos fazendo acima, reafirmar a ciência como uma prática social.

Sustentados na ideia de que os conhecimentos e práticas das ciências se constituem nas interações vividas nas comunidades científicas, estudos (Lehrer & Schauble, 2006; Stroupe, 2014; Nascimento & Sasseron, 2019; Franco & Munford, 2020; Sasseron, 2021; Silva & Sasseron, 2021) e diretrizes curriculares têm defendido uma nova perspectiva para o ensino de ciências nas escolas, que acolha os domínios sociais e epistêmicos que estão embutidos no desenvolvimento, validação e comunicação de conhecimentos e práticas das ciências; que reconheça o conhecimento científico, mas, também, as maneiras como esse conhecimento é produzido, analisado e reconhecido como legítimo. Nesse sentido, isso significa que as atividades realizadas com os estudantes não estão baseadas na indicação de um conjunto de estratégias semelhantes àquelas usadas pelos cientistas apresentadas de forma canônica, mas construídas na e pela vivência dos estudantes em uma comunidade que propõe, comunica, avalia e legitima as ideias, considerando as normas e práticas advindas da área de conhecimento em questão e da própria comunidade (Kelly & Licona, 2018; Manz, Lehrer & Schauble, 2020).

Nesta proposição, ao lado da discussão sobre o que os estudantes precisam saber sobre Ciências, estabelece-se a discussão sobre o que os estudantes precisam fazer enquanto aprendizes de um corpo organizado de conhecimentos e de práticas sociais de produção desse conhecimento. Discussão esta que não deve ser confundida com as antigas propostas de formação de futuros cientistas ou de desenvolvimento de habilidades manipulativas (tipicamente experimentais) apontadas no início deste texto como norteadoras do ensino de ciências no Brasil ao longo da segunda metade do século XX.

O “fazer”, como elemento presente em sala de aula, deve ser parte de um processo de aproximação entre os estudantes e as práticas das comunidades científicas, no qual o objetivo do ensino não seja desenvolver um alto nível de perícia nessas práticas, mas sim **criar oportunidades para que os**

estudantes vivenciem práticas comumente utilizadas por essas comunidades e as compreendam como possibilidades de construção de conhecimento, tornando-se capazes de escolher entre os diferentes processos disponíveis, bem como de justificar suas escolhas (Osborne, 2016). Garantindo o envolvimento dos estudantes com essas práticas, tem-se a expectativa de não apenas engajá-los na construção de explicações em sala de aulas, mas de proporcionar uma compreensão mais profunda do processo pelo qual o conhecimento científico é construído e legitimado (Gonzalez-Howard & McNeill, 2016). Contudo, como tal expectativa pode ser efetiva no contexto escolar?

Stroupe (2015) propõe que para a promoção desse aprendizado é preciso desenvolver “*uma visão sobre o que os cientistas ‘fazem’ e sobre como estes constroem uma identidade como um ‘cientista’ ao longo do tempo, assumindo valores comuns, linguagem e ferramentas disciplinares*” (2015, p. 1035, *tradução nossa*). Esse desenvolvimento, para o autor, não se dá apenas pela informação sobre o fazer científico, mas torna-se possível à medida em que os estudantes experienciam a prática científica e recebem um retorno sobre como seu engajamento progride.

Para a vivência dos valores, linguagem e ferramentas, propostos por Stroupe (2014; 2015), encontramos um caminho profícuo na promoção dos domínios das ciências no contexto escolar, acreditando que fomentar a participação nessas pode alterar a dinâmica social e epistêmica da sala de aula, conduzindo a construção de entendimento do conhecimento científico, mas também sobre sua natureza.

EXPONDO RELAÇÕES

Da compreensão de ciência como prática social e da aplicação de estudos do campo da educação que ressaltam o processo de aprendizagem como ação coletiva e da compreensão de que os estudantes aprendem de forma mais efetiva quando participam de atividades similares àquelas rotineiramente desenvolvidas pelos profissionais de uma determinada área (Stroupe, 2015), tem-se a proposição de que as expectativas para o ensino de ciências em sala de aula se expanda da apresentação de conceitos e métodos para a participação legítima dos estudantes nas práticas científicas, se criando um ambiente em que professores e estudantes assumam um novo papel como grupo que negocia formas de trabalho, ferramentas e conhecimentos (Stroupe, 2014).

Por ser prática social, a atividade científica é regida por normas, valores e regras que direcionam, intencionam e modulam as atividades que ali acontecem (Longino, 1990). Assim, se ensinamos que as aulas de ciências possam apresentar aos estudantes nuances do que seja o empreendimento científico, embora seja necessário desenvolver o domínio conceitual, sua abordagem não é suficiente, se tornando importante a mobilização dos demais domínios, ou seja, o social, o epistêmico e o material (Duschl, 2008; Stroupe, 2014). Apresentar o ensino de ciências como prática social na relação com os domínios do conhecimento científico não implica na categorização das atividades que ocorrem na sala de aula. Pelo contrário, **reforça a necessidade de incorporação dos processos dialógicos de construção de entendimentos em sala de aula** (Duschl, 2008).

Esses processos dialógicos precisam ser entendidos como atividades que envolvam a crítica e a legitimação de ideias pelos membros de uma comunidade (Longino, 1990), que, no contexto de uma sala de aula, não significa responder perguntas do tipo sim ou não, ou completar respostas iniciadas pelo professor. Porém, eles se materializam na ação consciente dos estudantes, na interação crítica entre eles e o professor, e na interatividade produtiva com recursos e ferramentas, favorecendo o contato com conhecimentos e práticas das ciências (Duschl, 2008; Stroupe, 2014).

Para que isso ocorra, o papel do professor se transforma, deixando de ser o provimento de informações sobre conhecimentos e passando a ser o agente da inserção dos estudantes em uma comunidade que propõe, comunica, avalia e legitima o conhecimento (Duschl, 2008; Stroupe, 2014; Kelly & Licona, 2018). Consequentemente, o papel do estudante também é transformado, pois ele deixa de ser um receptor do conhecimento para se tornar um praticante que negocia em uma comunidade (Kelly, 2007).

Isso ocorre por meio da promoção de situações-problema em que os estudantes participam das discussões, negociando ideias e conhecimentos e, com isso, mobilizando práticas (Stroupe, 2014), ou seja, o ensino das práticas não é propedêutico, como um receituário de ações a serem realizadas, mas se constitui na vivência em atividade de investigação, argumentação e modelagem. Isso contribui para a compreensão de ciência como uma prática social, pois os cientistas não são mais vistos como aqueles que

trabalham sozinhos em seus laboratórios, mas “*são dependentes uns dos outros para as condições (ideias, instrumentos etc.) sob as quais praticam*” (Longino, 2002, p. 52; *tradução nossa*) na comunidade (Stroupe, 2014). Desse modo, as normas sociais do conhecimento científico propostas por Longino (1990; 2002) podem auxiliar na compreensão de como os domínios podem ser mobilizados para essa negociação em sala de aula.

Em sentido similar, embora enfocando a mudança de práticas discursivas em sala de aula, Kelly (2008) retoma essas normas, indicando-as como caminho para construção de uma nova dinâmica nas aulas de ciências: i) as salas de aula precisam se tornar locais para discussão e correção públicas não somente nos grupos, mas envolvendo toda a turma; ii) os padrões de avaliação precisam ser públicos, podendo ser modificados com as críticas relevantes e à medida que objetivos e valores são alterados; iii) as críticas podem ser aceitas, modificadas ou discutidas, tornando a turma responsiva com as divergências e as atitudes frente à elas, e iv) o professor pode servir como autoridade epistêmica na sala de aula, mas tal autoridade deve ser compartilhada com os estudantes, apoiando as discussões abertas, fomentando a confiança e distribuindo responsabilidades.

Complementando as ideias de Kelly (2008), buscamos explicitar as relações entre as normas sociais do conhecimento científico (Longino, 1990; 2002) e os domínios do conhecimento científico (Duschl, 2008; Stroupe, 2014). Se esse conhecimento é comunicado e avaliado por meio dos fóruns (Longino, 1990), por que os estudantes nas aulas de ciências não possuem espaço para errar, criticar e modificar seus erros? Quando se abre esse espaço para proposição, comunicação, avaliação e legitimação de ideias (Kelly e Licona, 2018), os estudantes podem compreender para além do domínio conceitual, mas incluindo o social, o material e o epistêmico (Duschl, 2008; Stroupe, 2014). Esta abertura fomenta o trabalho autêntico dos estudantes na disciplina, rompendo com abordagens que informam para os estudantes que suas ideias estão totalmente erradas e precisam ser corrigidas (Stroupe, 2014). Esta é uma forma de permitir que os alunos compreendam que a construção pode ser conjunta (Stroupe, 2014) e que as ideias que permitem organizar o entendimento sobre um fenômeno ou situação não são construídas em uma única tentativa e não surgem finalizadas em uma primeira versão, havendo, portanto, esforço coletivo na proposição, comunicação e avaliação de ideias.

A manutenção de um discurso público com o professor atento à coerência das reivindicações dos estudantes (Duschl, 2008) e estabelecendo, juntamente com eles, padrões de avaliação e reavaliação de ideias, permite não somente o exame delas, mas abre espaço para que conhecimento e práticas moldem e sejam moldados pelas interações, normas, ferramentas e recursos (Longino, 1990; Stroupe, 2014). Nessa negociação todos os domínios são mobilizados, pois critérios do que conta como conhecimentos são definidos (epistêmico), normas e valores são reproduzidos (domínio social) e ferramentas são incorporadas nesse processo de convencimento (material), culminando com a construção dos conceitos (conceitual).

Essas atividades de proposição e justificação de ideias devem ser valorizadas na sala de aula, pois são elas que desencadeiam os processos dialógicos (Duschl, 2008) que vão fomentar a mobilização de todos os domínios (Duschl, 2008; Stroupe, 2014). Para Longino (2002), uma ideia na ciência só é considerada apropriada por meio das interações discursivas críticas que são estabelecidas na comunidade. Nesse sentido, estudantes e professores precisam ser receptivos às críticas (Kelly, 2007). Receptivo não significa concordar por concordar ou aceitar sem avaliar, mas participar responsivamente, se abrindo para novos conhecimentos (Longino, 2002).

Quando estudantes e professores se abrem para a crítica eles se tornam conhecedores de novos conceitos (domínio conceitual) e mobilizam recursos para defenderem suas ideias, por exemplo, o uso de um gráfico, uma simulação etc (domínio material). Nesse movimento, eles também mobilizam os domínios epistêmico e social, pois critérios são usados para avaliar o que conta e o que não conta como conhecimento. Isso leva ao uso e negociação de normas já estabelecidas para essa avaliação.

A receptividade à crítica na sala de aula favorece o respeito às diferenças entre os estudantes conforme destacado por Kelly (2008), mas, além disso, permite mostrar aos estudantes que opinião é diferente de proposição (Sasseron, 2019). Em um contexto marcado pelo negacionismo da ciência e a propagação de notícias falsas, a compreensão das diferenças entre opinião e conhecimento é essencial. Longino (1990) afirma que propor uma ideia na ciência envolve o trabalho de muitos participantes, questionando, criticando e transformando essa proposição em conhecimento. Nesse processo discursivo crítico, o que foi proposto e passou a ser conhecimento não tem um autor, pois quem propôs já passou a ser um contribuidor. Para ela, essa é a diferença entre opinião e conhecimento.

Considerando o pressuposto de ciência como prática social, que se desenvolve por meio e a partir de proposições de ideias advindas da investigação, e comunicadas e avaliadas com respaldo em informações neste processo, a participação dos estudantes em situações de ensino em que ocorram oportunidades para a vivência com práticas epistêmicas das ciências pode concretizar o constante procedimento de análise crítica de fatos, informações e afirmações. Não se trata, portanto, do ensino propedêutico e informativo sobre as práticas realizadas por cientistas quando investigam fenômenos do mundo natural e comunicam suas proposições, mas sim da efetivação de possibilidades de participação dos estudantes em situações em que estas práticas são vivenciadas (Manz, Lehrer & Schauble, 2020).

A interação e a crítica transpostas para a sala de aula contribuem para que o professor não seja o único agente epistêmico, pois ele redistribui para os estudantes ações como propor, comunicar, avaliar e legitimar as ideias (Stroupe, 2014; Kelly & Licona, 2018). Na ciência, a constituição de igualdade moderada a caracteriza como prática social e pública, pois permite a participação responsiva de todos na discussão crítica que se realiza na comunidade (Longino, 1990; 2002). De forma similar, a ciência praticada na sala de aula precisa se tornar uma prática social e pública com professores e estudantes negociando seus papéis e decidindo o que conta como ideias científicas (Stroupe, 2014).

ALGUMAS IMPLICAÇÕES PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS

Ao expormos o ensino de ciências como prática social na relação com os domínios do conhecimento científico em sala de aula, buscamos defender que o caráter social da ciência seja levado para as salas de aula por meio da explicitação e vivência pelos estudantes de processos investigativos que se assemelhem à investigação científica; e, assim, possibilitando o entendimento pelos estudantes sobre os conceitos das ciências e sobre a própria atividade científica. Nossa argumentação se sustenta em quatro motivos principais. Primeiro, rompemos com a ideia de ensino de ciências baseado na acumulação de conceitos sustentados em processos individuais, para valorizarmos um ensino em que os estudantes participem da proposição, comunicação, avaliação e legitimação dos conceitos a serem aprendidos. Segundo, abandonamos uma visão de conhecimento como algo certo, acabado e permanente, adotando outra mais atual, em que o conhecimento é compreendido em um permanente processo que nos permite transformar e sermos transformados continuamente. Terceiro, na aprendizagem sobre temas e processos das ciências a partir de práticas desenvolvidas por meio da interação crítica realizada em seu contexto social e cultural, distanciando do entendimento de prática como algo meramente manipulativo, sem envolvimento intelectual e imposta por alguém considerado um gênio. Quarto, entendemos o ensino de ciências como uma prática pública na qual todos e todas podem se envolver, buscando e construindo conhecimentos que são constantemente avaliados.

A prática pública para nós se refere ao sentido indicado por Longino (1990), de que os membros dessa comunidade precisam ser inclusivos, percebendo a importância da crítica – desde que nela se considerem os padrões públicos de análise. No entanto, o envolvimento nessa comunidade não se dá pelo fato de se ter uma opinião sobre quaisquer temas e processos das ciências, mesmo que, de certa forma, se tenha algum entendimento sobre eles. A ciência como empreendimento social, por ter sua objetividade atrelada a normas e práticas negociadas por seus praticantes, demanda a iniciação nessa comunidade, pela relação e diálogo com aqueles que já estão inseridos, vivenciando normas já estabelecidas e interagindo criticamente com base nessas. Desse modo, ao pensarmos no ensino de ciências como uma prática pública, temos a necessidade de possibilitar aos estudantes conhecerem espaços de debate, padrões de análise e processos de crítica legitimados pela ciência, mas também de experimentá-los e negociá-los no ambiente escolar pela relação entre pares.

Na introdução do texto expusemos nossa tese de que o ensino de ciências como prática social tem relação intensa e direta com a mobilização dos domínios do conhecimento científico em sala de aula. Nossa defesa se sustenta na concepção de ciência como prática social, apresentada por Longino (1990, 2002), ou seja, no entendimento de que a atividade científica é, antes de tudo, humana estando submetida a questões internas e externas do fazer investigativo e sendo realizada a partir de normas, regras e valores negociados e construídos por aqueles que nela se envolvem. Assim, o ensino de ciências, que pretende apresentar aos estudantes as ciências como uma área de conhecimento, precisa estar atento para que os diferentes domínios do conhecimento científico (Duschl, 2008; Stroupe, 2014) sejam trabalhados em sala de aula. Com isso, pode ser possível que os estudantes reconheçam as teorias, princípios e leis (domínio conceitual), os processos e contextos sociais por meio e a partir dos quais normas e rotinas são negociadas (domínio social) para determinar a maneira como sabemos o que sabemos (domínio epistêmico),

incorporando a esses processos e contextos ferramentas, tecnologias e representações (domínio material). Entendemos ainda que não há uma linha única e encadeamento privilegiado pelos quais os domínios do conhecimento são mobilizados, já que entendemos esta mobilização como rizomática, sendo mais uma marca da complexa forma de ciência como prática social.

Reconhecemos que em uma situação real de sala de aula, em que muitas ações e práticas acontecem integradas e conjuntamente, a identificação dos domínios do conhecimento científico pode não ser uma tarefa simples devido exatamente a possíveis sobreposições e concomitâncias. Tampouco defendemos que assim seja, pois ao considerarmos esses domínios desarticulados podemos retornar a uma abordagem roteirizada com procedimentos a serem memorizados. Já existem pesquisas indicando, por exemplo, a articulação entre os domínios epistêmico e social (Franco & Munford, 2020). Isso nos permite inferir não somente duplas desses domínios articulados, mas trincas e até mesmo todos juntos.

Ao considerarmos esses domínios em sala de aula, as ciências passam a ser percebidas pelos estudantes como uma prática pública, pois os seus produtos são construídos a partir da interação crítica entre todos e todas que a constituem. Desse modo, os temas e processos das ciências são vistos como produções que advém das práticas sociais e a partir delas são utilizados. E cada disciplina se constitui de práticas sociais necessárias à proposição, comunicação, avaliação e legitimação do seu conhecimento, que são as práticas epistêmicas (Kelly & Licona, 2018). Assim como na ciência, “*Ninguém simplesmente se declara biólogo, mas aprende as tradições, questões, técnicas matemáticas e observacionais [...] de alguém que passou por uma iniciação comparável e depois praticou*” (Longino, 1990; p. 67 citando Grene, 1985; *tradução nossa*), a participação efetiva e intelectual de alunos em uma aula em que o ensino de ciências é concebido como uma prática social, implica vivenciar e participar do conjunto de práticas e normas do grupo constituído entre professores e alunos nas aulas de ciências.

A partir dessas considerações podemos tecer implicações para o ensino de ciências e para a pesquisa nessa área. Para o ensino temos defendido que não basta informar aos estudantes os temas e processos das ciências para que eles, supostamente, utilizem métodos das ciências, seguindo um método ou um conjunto de métodos, como forma de analisar situações e posicionarem-se a respeito delas. Essa não é a concepção de ensino de ciências como prática. A ideia de prática envolve o engajamento em atividades que são coletivas, desencadeadas por problematizações atuais e interessantes, mas que são interativas e críticas, governadas por normas e rotinas que as situam em um contexto social e cultural e dependem também de ferramentas, recursos e representações construídas no e sobre o mundo natural. O termo social acrescentado ao ensino de ciências como prática serve para reforçar a noção de que a prática científica emerge de uma rede de atividades com aspectos sociais próprios, mas também aponta para a importância das interações sociais, que impulsionam a mobilização dos domínios do conhecimento científico em sala de aula.

Diante deste cenário, entendemos que as discussões nos cursos de formação de professores sobre as relações construídas aqui precisam ocorrer em uma perspectiva de como os professores podem fomentar o trabalho coletivo e crítico dos estudantes para uma abordagem apropriada da ciência em seu contexto social (Feinstein & Waddington, 2020); ao invés de mostrar aos estudantes quando e como os domínios devem ser mobilizados. Trazemos tal implicação em diálogo com as reflexões de Coelho e Ambrósio (2019) que, ao analisar de maneira mais específica o Ensino por Investigação, indicam que a realização de tal abordagem não pode prescindir da formação inicial e continuada de professores. De modo semelhante ao que estas autoras concluem, compreendemos que a efetivação de novas abordagens para o ensino de ciências perpassa o planejamento de atividades, a condução do grupo pelo docente e a reflexão sobre as relações de ensino e de aprendizagem em aula. Esse processo é indissociável da formação de professores, pois centra-se na problematização da mediação tradicionalmente desenvolvida em sala de aula ao inserir os estudantes em uma prática que os coloca como agentes construtores de conhecimento (Coelho & Ambrosio, 2019). Todavia, como pode se dar essa problematização nos cursos de formação docente? Para além do problematizar, que ações podem contribuir para que um novo fazer se constitua?

Nos currículos dos cursos de formação docente, podemos identificar o estágio curricular obrigatório e demais ações de iniciação à docência como lugares privilegiados para essa problematização. Tais espaços podem fomentar a reflexão sobre o fazer docente com uma supervisão orientada para leitura do espaço escolar à luz de questionamentos sobre o papel do professor e dos estudantes no processo de construção de explicações ou resoluções para um problema, sobre as normas que se constituem entre esses sujeitos ao debater e elaborar hipóteses, sobre a distribuição de autoridade epistêmica entre docente e discentes ou sobre a adaptação e adoção de ferramentas para organização de dados, por exemplo.

Podemos, ainda, reconhecer possibilidades de um novo fazer ao compreender os espaços de iniciação à docência como elementos articuladores entre teoria e prática que proporcionam o desenvolvimento de procedimentos próprios ao exercício da docência. No estágio, o professor em formação pode observar e aplicar abordagens de ensino vistas de maneira teórica ao longo do curso, refletindo sobre seus limites e possibilidades; pode estabelecer diálogo entre o fazer da sala de aula e o fazer científico estudados e vivenciado no curso de formação; ou ainda, pode experimentar o planejamento entre pares pela troca com docentes mais experientes.

Em estudo sobre interações vividas entre professores e estudantes em sala de aula, também baseadas em referenciais teóricos que compreendem a construção do conhecimento científico como uma prática social, Nascimento e Sasseron (2019) identificaram ações desenvolvidas na sala de aula que propiciam a experiência de normas e práticas similares àquelas das comunidades científicas, além de observarem como determinada norma influencia a constituição de uma prática, como duas práticas se relacionam ou como a vigência de uma norma está atrelada à vigência de outras. Dentre essas ações, as autoras identificaram, por exemplo, que a apresentação, crítica, justificativa e revisão de hipóteses e planos de trabalho favorecem a constituição da sala como um fórum de debates. Como outra possibilidade de promoção de normas, a apresentação de critérios para análise de hipóteses pelo professor e o estímulo para que os estudantes retomem critérios já estabelecidos para desenvolvimento de novas explicações, contribui para a constituição de padrões de análise comuns ao grupo. Já a igualdade moderada, apresentou-se de maneira mais evidente nos momentos de maior argumentação ou discussão sobre o uso de ferramentas, indicando como as normas sociais favorecem o trabalho com os domínios do conhecimento científico.

Partindo dessas considerações, propomos que os cursos de formação docente podem fomentar uma nova prática em sala de aula, ao trazer oportunidades para que os estagiários planejem implementem e avaliem aulas tendo a compreensão do conhecimento científico como uma prática social com conceitos, ferramentas, normas e fazer epistêmico particulares. Com esses apontamentos, não esgotamos a discussão sobre, mas buscamos trazer algumas implicações para os cursos de formação, sabendo que esses precisam ser revistos para viabilizar uma nova prática docente, mas que os caminhos para tanto são diversos.

No momento em que redigimos este texto, é forte e permanente a insistência, exposta em redes sociais e discussões em determinados grupos, da negação de vacinas, do apelo a medicamentos sem comprovação científica de eficácia para tratamento da Covid-19 e, em decorrência, de desvalorização das ciências e do trabalho dos cientistas. Torna-se, portanto, mais urgente ainda ensinar ciências de uma forma mais integral e integradora, ao invés de, simplesmente, apresentar os seus produtos e praticá-la individualmente sem uma análise crítica. É importante e urgente ensinar ciências de forma que os estudantes compreendam como esta área de conhecimento humano se constitui e como os conhecimentos propostos nesta área foram se consolidando ao longo do tempo, em relação dialógica e dialética entre sujeitos que compartilham normas, padrões e práticas para a investigação de fenômenos e para a proposição de novos modos de entendê-los. Assim, expõe-se que o conhecimento científico é uma construção coletiva, que foi modificado ao longo de um processo de críticas e revisão, culminando com a sua legitimação por uma comunidade de praticantes, constituída por membros que foram iniciados, convivendo com aqueles que já são praticantes e negociando normas necessárias para a construção desse conhecimento. Em outras palavras, os temas e processos das ciências não podem ser tratados baseando-se em opiniões.

As ideias aqui apresentadas sobre as normas sociais e os domínios do conhecimento científico e as relações construídas entre ambos podem facilitar a investigação de práticas concebidas a partir de um currículo e de planejamentos que não considerem apenas o domínio conceitual, como é comum ocorrer em propostas curriculares, planejamentos didáticos e interações pedagógicas. Isso permite entender como estudantes e professor se envolvem para a construção do conhecimento científico tendo consciência do que foi necessário para desenvolvê-lo. A mobilização dos domínios epistêmico, social e material, conjuntamente ao trabalho como domínio conceitual, envolve considerar como as instâncias sociais de produção de conhecimento se organizam e os elementos que as configuram se caracterizam. Nesse sentido, como contribuição para a pesquisa na área de ensino de ciências, entendemos que este texto lança luz a referenciais e a relações que podem ser considerados como subsídio para a análise de documentos de planejamento, de interações vividas no cotidiano escolar, e até de processos avaliativos, cujo foco seja a discussão sobre maneiras como alunos interagem ou poderiam interagir entre si e na relação com o

professor com objetos do conhecimento, normas, ferramentas, procedimentos e discursos das ciências da natureza, a fim de compreendê-la como área de conhecimento.

AGRADECIMENTOS

O primeiro autor agradece aos professores do Setor de Ensino de Química da Faculdade de Educação da UFMG pela concessão de afastamento para estágio pós-doutoral. A quarta autora agradece ao CNPq pelos financiamentos obtidos por meio do projeto Universal processo n. 428268/2018-8 e da bolsa Produtividade em Pesquisa processo n. 309928/2019-2.

REFERÊNCIAS

- Coelho, G. R., & Ambrózio, R. M. (2019). O ensino por investigação na formação inicial de professores de Física: uma experiência da Residência Pedagógica de uma Universidade Pública Federal. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 36(2), 490-513. <http://dx.doi.org/10.5007/2175-7941.2019v36n2p490>
- Duschl, R. A. (2008). Science education in three-part harmony: balancing conceptual, epistemic and social learning goals. *Review of Research in Education*, 32(1), 268-291. <https://doi.org/10.3102/0091732X07309371>
- Feinstein, N. W., & Waddington, D. I. (2020). Individual truth judgments or purposeful, collective sensemaking? Rethinking science education's response to the post-truth era. *Educational Psychologist*, 55(3), 155-166. <https://doi.org/10.1080/00461520.2020.1780130>
- Franco, L. G., & Munford, D. (2020). O Ensino de Ciências 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*, 20(u), 687-719. <https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2020u687719>
- Gonzalez-Howard, M., & McNeill, K. L. (2016). Learning in a community of practice: factors impacting english-learning students' engagement in scientific argumentation. *Journal of Research in Science Teaching*, 53(4), 527-553. <https://doi.org/10.1002/tea.21310>
- Grene, M. 1985. Perception, Interpretation and the Sciences. In D. Depew & B. Weber (Eds), *Evolution at a Crossroads* (1-20). Cambridge, United States of America: MIT Press.
- Jiménez-Aleixandre, M. P., & Crujeiras, B. (2017). Epistemic Practices and Scientific Practices in Science Education. In K. Taber & B. Akpan, (Eds). *Science Education: An International Course Companion* (pp. 69-80). Rotterdam, Nederland: SensePublishers. https://doi.org/10.1007/978-94-6300-749-8_5
- Kelly, G. J. (2008). Inquiry, activity and epistemic practice. In R. A. Duschl & R. E. Grandy (Eds.), *Teaching Scientific Inquiry: recommendations for research and implementation* (pp. 99-117). Rotterdam, Nederland: Taipei Sense Publishers. https://doi.org/10.1163/9789460911453_009
- Kelly, G. J., & Licona, P. (2018). Epistemic Practices and Science Education. In M. Matthews (Ed). *History, Philosophy and Science Teaching* (pp. 139-165). Springer, Cham. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-62616-1>
- Krasilchik, M. (2000). Reformas e realidade: o caso do ensino das ciências. *São Paulo em Perspectiva*, 14(1), 85-93. Recuperado de <https://www.scielo.br/pdf/spp/v14n1/9805.pdf>
- Lehrer, R., & Schauble, L. (2005). Cultivating Model-Based Reasoning in Science Education. In R. Sawyer (Ed.), *The Cambridge Handbook of the Learning Sciences* (Cambridge Handbooks in Psychology, pp. 371-388). Cambridge, United Kingdom: Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511816833.023>

- Lehrer, R., & Schauble, L. (2006). Scientific thinking and science literacy. In W. Damon, R. Lerner, K. A. Renninger & I. E. Sigel (Eds.). *Handbook of child psychology: child psychology in practice* (pp. 153-196). New Jersey, United States of America: John Wiley & Sons Inc.
<https://doi.org/10.1002/9780470147658.chpsy0405>
- Longino, H. E. (1990). *Science as social knowledge: Values and objectivity in science inquiry*. Princeton, United States of America: Princeton University Press.
- Longino, H. E. (2002). *The fate of knowledge*. Princeton, United States of America: Princeton University Press.
- Manz, E., Lehrer, R., & Schauble, L. (2020). Rethinking the classroom science investigation. *Journal of Research in Science Teaching*, 57, 1148–1174. <https://doi.org/10.1002/tea.21625>
- Nascimento, L. D. A., & Sasseron, L. H. (2019). A constituição de normas e práticas culturais nas aulas de ciências: proposição e aplicação de uma ferramenta de análise. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, 21(u). <http://dx.doi.org/10.1590/1983-21172019210104>
- Osborne, J. (2016). Defining a knowledge base for reasoning in Science: the role of procedural and epistemic knowledge. In R. A. Duschl & A. S. Bismarck, (Eds.), *Reconceptualizing STEM Education: the central role of practice* (215-231). New York, United States of America: Routledge.
<https://doi.org/10.4324/9781315700328>
- Roberts, D. (2011). Competing Visions of Scientific Literacy: The Influence of a Science Curriculum Policy Image. In C. Linder, L. Ostman, D. Roberts, P. O. Wichmann, G. D. Erickson & A. McKinnon (Eds.). *Exploring the Landscape of Scientific Literacy* (pp. 11-27). New York, United States of America: Routledge.
- Santos, W. (2009). Scientific literacy: a Freirean perspective as a radical view of humanistic science education. *Science Education*, 93(2), 361-382. <https://doi.org/10.1002/sce.20301>
- Sasseron, L. H. (2019). Sobre ensinar ciências, investigação e nosso papel na sociedade. *Ciência & Educação (Bauru)*, 25(3), 563-567. <http://dx.doi.org/10.1590/1516-731320190030001>
- Sasseron, L. H. (2021). Práticas constituintes de investigação planejada por estudantes em aula de ciências: análise de uma situação. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, 23(u). <https://doi.org/10.1590/1983-21172021230101>
- Silva, M. B., & Sasseron, L. H. (2021). Alfabetização Científica e domínios do conhecimento científico: proposições para uma perspectiva formativa comprometida com a transformação social. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, 23(u). <https://doi.org/10.1590/1983-21172021230129>
- Stroupe, D. (2014). Examining Classroom Science Practice Communities: How Teachers and Students Negotiate Epistemic Agency and Learn Science-as-Practice. *Science Education*, 98(3), 487-516.
<https://doi.org/10.1002/sce.21112>
- Stroupe, D. (2015). Describing “Science Practice” in Learning Settings. *Science Education*, 99(6), 1033-1040. <https://doi.org/10.1002/sce.21191>
- Valladares, L. (2021). Scientific Literacy and Social Transformation. *Science & Education*, 30, 557-587.
<https://doi.org/10.1007/s11191-021-00205-2>

Recebido em: 14.04.2021

Aceito em: 27.02.2022