

Do Planejamento à Sala de Aula: Oportunidades para a Integração dos Domínios do Conhecimento Científico e participação em Práticas Epistêmicas no Ensino de Ciências por Investigação

From Planning to Classroom: Opportunities for Integrating Scientific Knowledge Domains and Engaging in Epistemic Practices in Inquiry-Based Science Teaching

Caique Oliveira de Souza ^{a,b}, Maíra Batistoni e Silva ^a

^a Programa de Pós-Graduação Interunidades em Ensino de Ciências, Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo-SP, Brasil; ^b Secretaria Municipal de Educação, Praia Grande-SP, Brasil.

Resumo. Esta pesquisa investiga a integração entre os domínios conceitual, epistêmico, material e social do conhecimento científico e a ocorrência de práticas epistêmicas no Ensino de Ciências por Investigação. O estudo contrasta as oportunidades previstas no planejamento didático com sua efetivação na sala de aula. Para isso, desenvolvemos uma ferramenta analítica fundamentada na literatura existente, com o objetivo de identificar elementos dos Domínios do Conhecimento Científico tanto no planejamento didático quanto nas interações discursivas em sala de aula, que oportunizam práticas epistêmicas. O uso da ferramenta permitiu evidenciar situações nas quais as práticas epistêmicas emergem por meio da integração dos quatro domínios e da construção compartilhada de entendimentos sobre o objeto de conhecimento ou sobre os procedimentos e critérios para produzir, comunicar, avaliar e legitimar o conhecimento. O estudo revelou que, no âmbito do planejamento didático, as orientações para a atuação do(a) professor(a) foram fundamentais para promover a integração do domínio social com os demais e para criar oportunidades para o desenvolvimento de práticas epistêmicas. No contexto da sala de aula, os resultados indicaram que as ações do professor e as interações entre os estudantes favoreceram a ocorrência de práticas epistêmicas não previstas no planejamento inicial.

Palavras-chave:
Domínios do conhecimento científico; práticas epistêmicas; ensino de ciências por investigação; interações discursivas.

Submetido em
24/12/2024
Aceito em
13/10/2025
Publicado em
24/11/2025

Abstract. This research investigates the integration of conceptual, epistemic, material, and social domains of scientific knowledge and epistemic practices within Inquiry-based Science Teaching. It contrasts the opportunities envisioned during didactic planning with how they are realized in the classroom. To achieve this, we developed an analytical tool grounded in existing literature to identify elements of the knowledge domains in both didactic plans and classroom discourse interactions that provide opportunities for epistemic practices. The use of the tool allowed us to highlight situations in which epistemic practices emerge through the integration of the four domains and the shared construction of understandings about the object of knowledge or about the procedures and criteria for producing, communicating, evaluating, and legitimizing knowledge. The study revealed that, in the context of teaching planning, teacher guidelines played a crucial role in promoting integration—particularly of the social domain with others—and in fostering opportunities for epistemic practices. In the classroom context, the results indicated that the teacher's actions and the interactions between students favored the occurrence of epistemic practices not foreseen in the initial planning. In the classroom context, the research showed that both teacher actions and student interactions facilitated the emergence of epistemic practices not explicitly anticipated in didactic planning.

Keywords: Domains of scientific knowledge; Epistemic practices; Inquiry-based Science Teaching; Classroom discourse.

Introdução

O reconhecimento da natureza social e cultural da aprendizagem fundamenta diferentes teorias de aprendizagem que partilham a ideia de que as pessoas constroem conhecimentos a partir da interiorização e transformação de significados sociais derivados das atividades socioculturais (Lemke, 2001; Rogoff, 2003; Vygotsky, 1978). Nessa perspectiva sociocultural, pesquisadores defendem que a aprendizagem é uma dimensão da prática social, ocorrendo por meio da participação significativa nas atividades socialmente organizadas de uma comunidade (Lave & Wenger, 1991; Bruce & Bloch 2013; Rogoff, 2003).

Orientados por essa perspectiva, diferentes autores do campo da educação científica buscam compreender os processos de ensino e aprendizagem em ciências considerando a relevância das práticas sociais neste processo e concebendo as salas de aula como comunidades que constroem e compartilham práticas sociais de construção de conhecimento (Duschl, 2008; Franco & Munford, 2020; Kelly, 2008; Kelly & Licona, 2018; Osborne, 2016; Sasseron & Duschl, 2016).

Além do embasamento oriundo das teorias socioculturais de aprendizagem, também são relevantes para o campo da educação científica conhecimentos advindos de estudos das chamadas metaciências (história, sociologia, filosofia, antropologia e psicologia das ciências), os quais sustentam a concepção de ciências como uma atividade construída socialmente a partir de práticas específicas que são sustentadas pelo compartilhamento de normas e linguagem que lhe são próprias (Knorr-Cetina, 1999; Longino, 2002; Oreskes, 2019). Desse modo, muitos autores do nosso campo defendem que a educação científica deve se preocupar com a aquisição de conhecimentos dos domínios conceitual, epistêmico, material e social do conhecimento científico (Duschl, 2018; Stroupe, 2015) e, para tanto, deve possibilitar que estudantes participem e se apropriem das práticas sociais de construção do conhecimento científico nos contextos educacionais, as chamadas práticas epistêmicas (PE) (Kelly, 2008; Duschl, 2008; Osborne, 2016; Sasseron & Duschl, 2016).

O Ensino de Ciências por Investigação (EnCI) tem sido apontado como uma abordagem de ensino capaz de promover o engajamento dos estudantes em PE, que emergem ao se envolverem na resolução de uma pergunta de investigação por meio de interações sociais e com o objeto de conhecimento (Duschl, 2008; Kelly, 2014; Sasseron, 2015; Sasseron & Silva, 2021). No entanto, pesquisas recentes indicam que adotar as PE como foco do ensino de ciências não é trivial (Milena et al., 2023). A Base Nacional Comum Curricular (BNCC), por exemplo, embora defenda uma abordagem investigativa, prescreve habilidades para os anos iniciais do ensino fundamental que ainda priorizam a apresentação de informações ao invés de oportunizar a participação dos estudantes em práticas de construção do conhecimento (Sasseron, 2018). O planejamento didático do EnCI possibilita que o(a) professor(a) conceba a abordagem investigativa estruturando-a em uma sequência de atividades que promovem, em sala de aula, oportunidades para os estudantes propor modos de investigar problemas, construir e representar dados e construir modelos que permitam explicar os fenômenos e situações analisadas (Sasseron & Silva, 2021) e, deste modo, possibilitam o engajamento em PE. Ao mesmo tempo, autores do campo têm apontado para a influência de elementos

contextuais, como políticas curriculares, projeto político pedagógico ou familiaridade de professores e estudantes com a abordagem (Carvalho, 2018; Franco & Munford, 2020).

Neste contexto, o objetivo deste trabalho é analisar como o EnCI, desde o seu planejamento até sua construção em sala de aula, pode promover oportunidades para a integração dos Domínios do Conhecimento Científico e a participação dos(as) estudantes em práticas epistêmicas.

Referencial teórico

Práticas epistêmicas e os domínios do conhecimento científico

O cenário descrito na introdução tem sido o embasamento teórico dos estudos sobre as PE, um construto teórico que congrega os principais aspectos daquilo que o campo da Educação em Ciências tem considerado fundamental para o ensino e a aprendizagem dessa área de conhecimento (Milena et al., 2023). Gregory Kelly cunhou o termo "Práticas Epistêmicas" para se referir aos "modos específicos pelos quais os membros de uma comunidade propõem, justificam, avaliam e legitimam o conhecimento dentro de uma estrutura disciplinar" (Kelly, 2008, p. 99, tradução nossa).

Tomando tal definição, Sasseron e Silva (2021) argumentam que a palavra "prática" se relaciona a toda e qualquer ação circunscrita em valores e normas que moldam e regem a atividade e a palavra "epistêmica" refere-se à experiência do conhecimento ou do saber. As autoras enfatizam que as PE não se encerram no âmbito de ações manipulativas, sendo também discursivas e cognitivas "envolvendo, portanto, o ato de manejear objetos, informações, conceitos, modelos e teorias" (Sasseron & Silva, 2021, p. 137).

Kelly e Licona (2018) defendem que as PE possuem características interacionais, contextuais, intertextuais e consequenciais e que através dessas práticas se justifica o conhecimento construído em grupos. São interacionais pois são "construídas entre pessoas através de atividade colaborativa" (Kelly & Licona, 2018, p. 140, tradução nossa). Isso significa que o conhecimento não é apenas uma busca individual; em vez disso, é desenvolvido de forma colaborativa por meio de discussões, debates e atividades compartilhadas. O processo de propor, justificar e avaliar reivindicações de conhecimento é inherentemente social. Além disso, são contextuais por estarem "situadas em práticas sociais e normas culturais" (idem, tradução nossa). O significado e a importância das reivindicações de conhecimento podem variar dependendo do ambiente em que são feitas. Essa característica destaca que o conhecimento não é universal, mas é influenciado pelas circunstâncias e normas particulares da comunidade envolvida. São intertextuais por serem "comunicadas através de uma história de discursos, sinais e símbolos coerentes" (idem, tradução nossa). Isso significa que a forma como o conhecimento é comunicado é influenciada por interações passadas e significados estabelecidos ao longo do tempo. Compreender como esses textos e discursos interagem ajuda a esclarecer como o conhecimento é construído e legitimado ao longo do tempo. Por fim, são consequenciais pois "o conhecimento legitimado instancia o poder e a cultura" (idem, tradução nossa). Essa característica ressalta que o conhecimento não é neutro; ele pode

reforçar ou desafiar as estruturas de poder existentes em uma comunidade. Os autores argumentam que compreender essas consequências é crucial para avaliar o papel do conhecimento na sociedade.

As PE têm sido defendidas na educação científica para que os estudantes se envolvam com aspectos das ciências não restritos ao âmbito conceitual, ampliando as possibilidades de compreensão das ideias e teorias das ciências, bem como da própria atividade científica (Silva et al., 2022; Sasseron & Silva, 2021).

Considerando esses aspectos, as PE relacionam-se com a defesa de Duschl (2008) de que a educação em ciências deve abarcar os Domínios do Conhecimento Científico. Para o autor, a aprendizagem científica em contextos educacionais deve se concentrar em três domínios integrados: conceitual - relacionado às estruturas conceituais e os processos cognitivos usados no raciocínio científico; epistêmico - constituído pelas estruturas epistêmicas usadas no desenvolvimento e avaliação do conhecimento científico; e social - relacionado aos processos e contextos sociais que moldam como o conhecimento é comunicado, representado, argumentado e debatido (Duschl, 2008).

A partir do trabalho de Duschl (2008), outros pesquisadores se voltaram para os domínios do conhecimento científico investigando como contextos de sala de aula são capazes de desenvolvê-los, assim como propondo novos domínios. Furtak et al. (2012) propuseram o domínio procedural, o qual estaria imbuído no domínio epistêmico e que se refere às ações relacionadas à: proposição de perguntas orientadas cientificamente, projeção de experimentos, execução de procedimentos e representação de dados, como modelos e inscrições. Talvez por ser uma proposição dentro de um dos domínios já definidos, a categoria de Furtak et al. (2012) foi pouco abordada em trabalhos subsequentes. Já Stroupe (2014, 2015) propôs a inclusão do domínio material, o qual abarca os modos como os sujeitos “criam, adaptam e usam ferramentas, tecnologias, inscrições e outros recursos para apoiar o trabalho intelectual” (Stroupe, 2015, p. 1034, tradução nossa). A proposta de inclusão do domínio material foi bem aceita no campo e este vem sendo investigado em contextos de sala de aula de modo integrado aos demais domínios ou recebendo foco específico na investigação (Stroupe, 2015; Sasseron & Silva, 2021; Subramaniam, 2022).

Os trabalhos de Duschl (2008) e Stroupe (2014; 2015) apontaram um tópico que se mostrou relevante nas pesquisas sobre aprendizagem de ciências em contextos educacionais. Estudos posteriores investigaram os domínios do conhecimento científico em contextos empíricos e agregaram detalhes às definições e constituição de cada um deles. Para compreender como cada domínio do conhecimento científico vem sendo concebido e abordado na literatura em educação em ciências, fizemos uma busca por trabalhos indexados na base Web of Science que citam Duschl (2008) e mencionam ao menos um dos Domínios do Conhecimento (conceitual, epistêmico, social ou material). Na Figura 1 apresentamos a síntese da caracterização de cada domínio em alguns dos trabalhos do campo organizados em ordem temporal. Não se trata de uma revisão sistemática da literatura; os trabalhos apresentados foram escolhidos por considerarmos que traziam diferentes nuances nas definições dos domínios e, deste modo, poderiam contribuir para a construção da ferramenta analítica que será apresentada na metodologia.

Domínio conceitual (DC)	Domínio epistêmico (DE)	Domínio social (DS)	Domínio material (DM)
Duschl, 2008	Estruturas conceituais e os processos cognitivos usados no raciocínio científico.	Estruturas epistêmicas usadas no desenvolvimento e avaliação do conhecimento científico.	Processos e contextos sociais que moldam como o conhecimento é comunicado, representado, argumentado e debatido
Furtak et al., 2012		Fazer perguntas orientadas cientificamente, projetar experimentos, executar procedimentos e criar representações de dados.	
Stroupe, 2014; 2015	Compreensão dos conceitos científicos; aplicar conceitos científicos em situações reais.	Propor ideias para a construção do conhecimento; explorar e validar o conhecimento científico em construção.	Construção do conhecimento como empreendimento coletivo; compartilhamento de ideias em um ambiente colaborativo; negociar o que conta como conhecimento válido; reconhecer o valor das contribuições dos pares.
Riy, Han e Paik, 2015	Modelos como descriptivos de um fenômeno; Compreensão do papel das evidências na modelagem.	Critérios epistêmicos para uso de modelos; validação e avaliação de modelos; uso de modelos como explicação de um fenômeno.	Interação para avaliação por pares na construção de modelos.
Uum et al, 2016	Idéias científicas, como gravidade e eletricidade.	Diferenciar entre observações e inferências; aspectos de natureza da ciência e de geração de conhecimento.	Facilitar as discussões sobre a elaboração de investigações válidas e confiáveis; comunicação e colaboração entre os personagens envolvidos na produção do conhecimento.
Watkins et al., 2017	Conhecimentos conceituais sobre ideias científicas.	Solicitar plausibilidade e mecanismos sensatos de explicação.	Fazer perguntas, argumentar a favor e contra as ideias de cada um usando evidência; avaliar as ideias uns dos outros.
Bing Wei e Xiaoxiao Li, 2017	Apropriação de conceitos e teorias pelos atores; conceitos e teorias necessários à experimentação.	O papel desempenhado pela experimentação na formulação do conhecimento científico; resultados da experimentação, previsibilidade/não previsibilidade e certeza/incerteza.	Relações interpessoais na comunidade de investigação; conhecimento socialmente negociado na comunidade científica.
Franco e Munford, 2020	Construção de conceitos científicos; observação de padrões; compreensão de conceitos biológicos.	Uso de dados e evidências para sustentar explicações; coleta e análise de dados empíricos; relação entre dados e conclusões e novos fenômenos; distinção entre opinião e evidência.	Processos de comunicação e negociação; discordâncias acerca de conclusões; considerar a opinião dos pares; busca de consenso com fundamentos.
Subramaniam, 2022	Compreensão dos aspectos teóricos da ciência.	Procedimentos comuns que os cientistas usam para identificar, julgar e avaliar seus conhecimentos.	Engajamento nos processos colaborativos relacionados à construção do conhecimento.
Agustian, 2022		Fornecimento de evidências para afirmações de conhecimento.	Cognição distribuída; afirmações de conhecimento abertas ao escrutínio público.
Cappelle et al., 2023	Uso de teorias, princípios e leis para raciocinar sobre conceitos científicos.	Planejamento de questões e investigações científicas; aplicação de critérios epistêmicos usados pela comunidade científica (conhecimento com base em evidências e raciocínios).	Práticas colaborativas em que as ideias são de domínio público e que geram responsabilidade compartilhada pela construção do conhecimento.
Silva e Sasseron, 2025	Compreensão de conceitos, teorias e princípios químicos; lógica por trás das reações e processos químicos.	Justificativa de escolhas e raciocínios com base no conhecimento científico; validação de decisões e propostas por meio de princípios científicos.	Colaboração, negociação e compartilhamento de ideias; interações entre estudantes para construir conhecimento coletivamente.
			Propriedades físicas e químicas das substâncias envolvidas nas reações; estruturas, estados e condições necessárias para que as reações ocorram.

Figura 1. Caracterização de cada domínio em trabalhos relacionados aos domínios do conhecimento.

Dentre os trabalhos analisados, há uma coesão em relação aos domínios conceitual, epistêmico e material. O conceitual, com exceção de Riy et al.(2015) que também inclui a compreensão do papel das evidências, vem sendo associado à compreensão e ao

uso/aplicação, pelos estudantes, de aspectos teóricos da ciência (conceitos, princípios, teorias, leis). Já o domínio material, ainda que pouco abordado, vem sendo associado ao uso de recursos materiais de diferentes naturezas para dar suporte à construção do conhecimento. Neste sentido, é importante destacar que, em contextos de ensino de ciências, ainda que os estudantes estejam em constante interação com diferentes recursos materiais, eles nem sempre apoiam a construção do conhecimento e, quando isso acontece, não há mobilização do domínio material. Em relação ao domínio epistêmico, os trabalhos analisados o relacionam à compreensão e participação dos estudantes em práticas de construção do conhecimento, abordando desde a elaboração de perguntas científicas à avaliação de explicações científicas, a depender das situações didáticas analisadas.

Já em relação ao domínio social, o conjunto dos trabalhos revela que este vem sendo associado às práticas coletivas e colaborativas de produção do conhecimento, tal como o compartilhamento de ideias, a avaliação por pares e a construção de consensos. Essa forma de conceber o domínio social pode indicar um distanciamento em relação à proposição inicial de Duschl (2008), para o qual este domínio associa-se ao modo como o conhecimento é produzido coletivamente, ou seja, às normas, às regras e aos critérios que definem o que conta como práticas e conhecimentos e, consequentemente, como o conhecimento é produzido, comunicado, avaliado e legitimado. Essas normas, no entanto, raramente são enunciadas de modo explícito, trata-se, na maior parte das vezes, de conhecimento socialmente negociado, construído ou reproduzido por meio das práticas discursivas entre as pessoas que fazem parte da comunidade epistêmica, seja uma comunidade científica, seja uma sala de aula de ciências (Kelly, 2016). Milena et al. (2023) destacam que os discursos não são aprendidos por meio da instrução direta, mas sim através da participação do aprendiz no grupo em atividades nas quais estudantes possam ter oportunidades de se relacionar com esses novos discursos e se apropriar deles socialmente. Deste modo, concebemos as práticas coletivas e colaborativas orientadas para produção do conhecimento como condições e meios para a construção e mobilização do domínio social.

Para além de revelar a importância e propor as definições dos Domínios do Conhecimento Científico para a educação em ciências, outro aspecto fundamental do trabalho de Duschl (2008) é a ênfase que o autor dá à necessidade de abordar tais domínios de maneira equilibrada e articulada. Para Duschl (2008), nenhum domínio deve ser favorecido em detrimento de outro, eles devem se reforçar ou até mesmo promover um ao outro mutuamente. Para o autor, o aprendizado conceitual, epistêmico e social deve ser simultâneo nas salas de aula de ciências, situados em propostas curriculares, abordagens e estratégias didáticas que promovam o desenvolvimento de todos eles de maneira equilibrada e articulada (Duschl, 2008).

Outros autores também argumentam que os domínios do conhecimento estão intrinsecamente integrados (Kelly, 2008; Stroupe, 2015; Garcia-Carmona, 2020) e implicam no uso de discursos (falado, escrito, simbólico) para ocorrerem (Kelly & Licona, 2018). Assim, para que sejam mobilizados em sala de aula, é necessário que os estudantes participem das práticas culturais que conduzem à construção do conhecimento (Kelly, 2008). De modo convergente, Franco e Munford (2020) argumentam sobre a importância de darmos

visibilidade às PE que oportunizam a ocorrência de conexão entre os domínios do conhecimento ao invés de tratarmos os aspectos de cada domínio de modo desarticulado e declarativo, tal como etapas de uma investigação científica que devem ser memorizadas pelos estudantes. Concordando com os autores, entendemos que se tratarmos qualquer domínio de modo desarticulado aos demais, transformamos seus elementos constituintes em conhecimento conceitual e voltamos a favorecer um ensino transmissivo e centrado na pessoa docente.

Destacaremos a seguir os trabalhos analisados na Figura 1 que nos oferecem evidências empíricas da relação que estamos defendendo entre participação em PE e mobilização dos domínios do conhecimento científico de modo articulado.

Watkins et al. (2017) evidenciam que o posicionamento discordante de alguns estudantes permite com que se engajem na discussão e na reflexão sobre determinada ideia científica. Na análise das interações entre estudantes em atividades sobre nuvens, os autores destacam que quando um estudante discorda sobre como as nuvens carregam água e flutuam, seus pares se engajam em discussões motivadas a encontrar mecanismos e explicações para esse fenômeno. Nesse caso, a proposição de uma pergunta (domínio epistêmico) promoveu uma discussão para a construção da ideia (domínio social) de como as nuvens flutuam (domínio conceitual).

Em outro contexto empírico, Cappelle et al. (2023) realizaram um estudo etnográfico para investigar as oportunidades de aprendizagem em ciências com foco nas relações entre espaço e tempo no ambiente de sala de aula. Analisando as interações discursivas, os autores evidenciam que os estudantes participaram de práticas que exigiam que observassem, questionassem e representassem suas descobertas. Por exemplo, quando solicitados a traçar diferenças entre o “cocô” do grilo e do percevejo (domínio conceitual), os(as) estudantes se envolveram em práticas observacionais que enfatizavam seu papel como agentes epistêmicos (domínio epistêmico). Além disso, os(as) estudantes são posicionados nas práticas a compartilharem suas observações com a turma e se baseiam nas ideias uns dos outros, promovendo um senso de comunidade na sala de aula (domínio social).

Franco e Munford (2020) destacam as possibilidades de integração entre os domínios na prática científica de estudantes do 1º ano do ensino fundamental que investigavam características morfológicas, comportamento e reprodução do bicho-pau. Nesse contexto investigativo, os estudantes realizaram desenhos de como imaginam ser o bicho-pau e, a partir da observação, estabeleceram o modo como o registro morfológico do animal seria feito (domínio social) distinguindo o que seria opinião pessoal ou imaginação (domínio epistêmico). A partir da mobilização desses domínios, os estudantes construíram a ideia de que o bicho-pau possui 6 patas e 2 antenas (domínio conceitual). Ao legitimar o conhecimento de forma que dados observáveis seriam mais adequados que opinião ou imaginação, os estudantes se envolveram em PE nas quais os domínios do conhecimento científico são mobilizados de modo integrado.

Em um trabalho recente, Silva e Sasseron (2025) exploraram como diferentes domínios do conhecimento científico interagem para promover PE entre estudantes de um programa de educação em química. A partir da análise das interações que ocorreram em uma investigação

envolvendo reações químicas para obter um composto químico extraído de plantas, os autores mostraram como estudantes mobilizam os domínios do conhecimento científico. O domínio conceitual foi mobilizado ao confirmar o tipo de reação química, o domínio material ao problematizar as condições para sua realização e o domínio social ao engajar os colegas na análise da estrutura química de uma substância. Além disso, evidenciou-se a mobilização dos domínios epistêmico e material na justificativa sobre a influência da estrutura molecular na reação, ilustrando como diferentes dimensões do conhecimento são articuladas ao longo das interações e na realização de PE. O estudo fornece uma estrutura para caracterizar as PE com base na mobilização de domínios de conhecimento nas interações, fortalecendo a proposição de que essas práticas não são predefinidas, mas emergem dinamicamente das interações e contextos nos quais os estudantes operam.

Além disso, essa articulação tem sido destacada como um aspecto importante para a ocorrência de PE (Silva & Sasseron, 2025). Assim, defendemos que a articulação entre os domínios evidencia as PE e, portanto, não podemos considerar a ocorrência de um domínio de forma desarticulada dos demais como evidência de PE. Os domínios são representativos das PE quando é possível identificar que os estudantes mobilizam aspectos de cada domínio para propor, justificar, avaliar e legitimar o conhecimento.

Considerando o caráter interacional, contextual, intertextual e consequencial das PE elencadas anteriormente por Kelly e Licona (2018), consideramos que, em determinados contextos, diferentes aspectos dos domínios do conhecimento científico serão mobilizados. Segundo os autores, estudantes podem, por exemplo, propor um desenho investigativo para responder uma questão científica. O modo, entretanto, em que essa proposição pode ocorrer, varia de acordo com o objeto do conhecimento, assim como com as normas e as práticas sociais aceitas no contexto em que ocorrem. Consequentemente, os aspectos de cada domínio a serem mobilizados vão variar de acordo com esses modos. Entendemos, portanto, que as PE exemplificadas por Kelly e Licona (2018) podem variar e adquirir novas formas de acordo com o contexto em que ocorrem, reforçando seu caráter contextual. Na Figura 2, em que sintetizamos essa ideia, temos em A conjuntos de aspectos de cada domínio do conhecimento científico que podem ser mobilizados e, na ação, constituírem uma PE, representada em B pela integração dos domínios. Nesse esquema, nem todos os aspectos dos domínios são mobilizados na realização dessa prática e o que define quais serão mobilizados, como já dito, depende do contexto e das interações entre as pessoas. Deste modo, entendemos que aspectos dos domínios mobilizados de maneira isolada não representam uma PE.

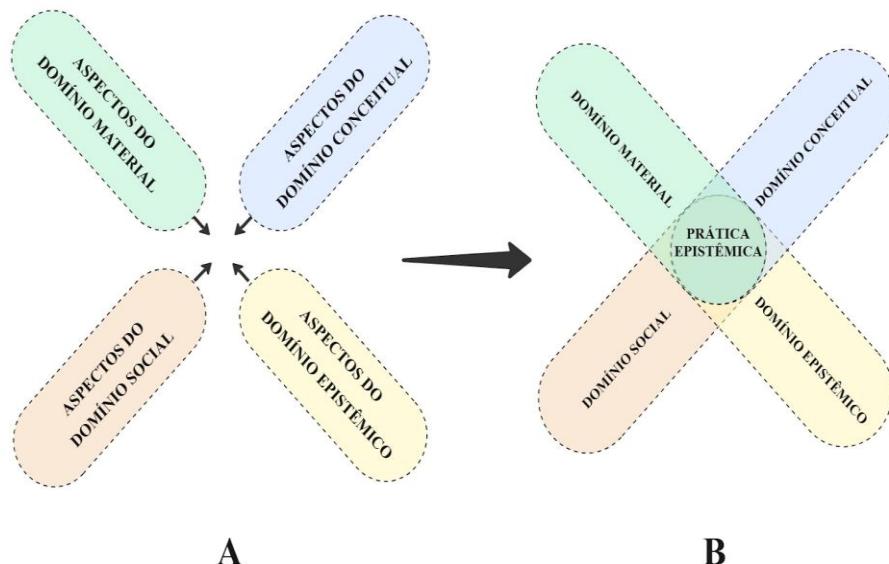


Figura 2. Relação entre os domínios do conhecimento científico e as práticas epistêmicas.

Ensino de Ciências por Investigação e a ocorrência de práticas epistêmicas

Reconhecendo a importância da articulação entre os domínios, diversos trabalhos têm evidenciado esforços para apontar caminhos sobre formas de promovê-la em sala de aula (Stroupe, 2014; Umm et al., 2016; Watkins et al., 2017).

Em Kelly e Licona (2018), os autores trazem uma importante contribuição para o campo ao explicitar que o desenvolvimento de PE em sala de aula está relacionado à abordagem de ensino de ciências adotada em contextos educacionais. Milena et al. (2023) destacam que nos trabalhos de G. Kelly há uma recorrente e íntima relação entre o construto de PE e a abordagem do EnCI.

A realização de atividades investigativas na educação científica é defendida desde meados do século XIX e o entendimento sobre seu significado e contribuição para a aprendizagem de ciências já se transformou bastante (Rodrigues & Borges, 2008; Strieder & Watanabe, 2018; Zômpero & Laburu, 2011). Para Moraes e Bego (2024), o EnCI pode ser considerado uma abordagem¹ de ensino para a educação científica, pois assume princípios epistemológicos, sociopolíticos e psicopedagógicos explícitos e orientadores de modos de planejar o processo de ensino e aprendizagem.

Conceber o EnCI como abordagem didática, implica assumir que este não pode ser tomado como uma sequência de etapas definidas e fechadas a serem seguidas por professores e estudantes em qualquer contexto educativo (Sá et al., 2011; Sasseron, 2015). Ainda que existam na literatura estruturas para auxiliar o planejamento didático pautado no EnCI pelos

¹ Os autores utilizam o termo metodologia. Aqui adotamos abordagem dialogando com outros autores brasileiros que investigam o EnCI, tal como Scarpa e Silva (2015), Sasseron (2015) e Franco e Munford (2020). Tal opção também é fundamentada pela própria revisão realizada por Alves & Bego (2020), indicando que os termos metodologia e abordagem têm sido adotados como sinônimos no campo do ensino de ciências.

professores, como o Modelo 5E (Bybee et al., 2006), a Sequência de Ensino Investigativo - SEI (Carvalho, 2013) ou o Ciclo Investigativo (Pedaste et al., 2015), estas não podem ser confundidas com o EnCI concebido como abordagem didática. Essas estruturas são formas pedagógicas de trabalhar a complexidade do processo social de construção de conhecimento científico, constituindo-se como uma fonte de repertório para que os professores organizem atividades, estratégias e recursos didáticos em etapas ou atividades-chave (Cardoso & Scarpa, 2018), que promovam, em sala de aula, oportunidades para que estudantes possam propor modos de investigar problemas, construir e representar dados, construir modelos que permitam explicar os fenômenos e situações analisadas (Sasseron & Silva, 2021), possibilitando o engajamento em PE.

Acreditamos que o estabelecimento de uma estrutura orientadora para o planejamento didático não implica, no entanto, em uma maneira única, fixa e linear para o desenvolvimento de investigações no contexto escolar, considerando que diversas possibilidades de contextualização e conexão entre os elementos podem ser realizadas pelo(a) professor(a) ao planejar e implementar o EnCI em sala de aula (Cardoso & Scarpa, 2018) e, deste modo, diferentes estratégias didáticas podem ser adotadas (Sasseron, 2015; Serva & Silva, 2024).

Além disso, entendemos que essas estruturas se configuram como possibilidades, pois concordamos que o ensino por investigação, na coerência com as ideias sobre ciências e ensino de ciências como prática social, apenas se confirma pelas interações discursivas situadas espacial e temporalmente (Franco & Munford, 2020; Sasseron & Silva, 2021). Ou seja, a investigação planejada pelo(a) professor(a), independente da estrutura adotada no planejamento, acontece quando pessoas que participam deste processo, com suas histórias de vida e experiências, seus desejos e conhecimentos, interagem para, colaborativamente, construir novos conhecimentos e negociar modos de fazer isso.

No texto “Fundamentos Teóricos e Metodológicos do Ensino por Investigação”, Carvalho (2018) apresenta uma síntese de mais de duas décadas de pesquisa de seu grupo sobre o EnCI e conclui que o “ensino investigativo vai muito além das atividades investigativas escritas para os alunos” (Carvalho 2018, p. 767) ao evidenciar que atividades planejadas com grande potencialidade investigativa, quando desenvolvidas em determinados contextos instrucionais não se constituem como tal. Essa constatação aponta para o fato de que “diversos elementos contextuais podem influenciar em se e como uma investigação acontece” (Franco & Munford, 2020, p. 693).

Essa compreensão sobre o EnCI e sua construção em sala de aula por meio das interações discursivas tensiona o posicionamento de alguns autores que compreendem o planejamento didático como dimensão responsável por definir o trabalho do(a) professor(a) (ver Alves & Bego, 2020). No entanto, não temos trabalhos que investigam a relação entre PE e diferentes dimensões do EnCI - do planejamento didático à sua concretização em sala de aula e este trabalho busca contribuir com esta lacuna. Neste contexto, abordaremos as seguintes perguntas de investigação: i. Como o planejamento didático oportuniza a integração dos domínios do conhecimento científico e a participação em práticas epistêmicas? ii. Como as interações discursivas em sala de aula transformam o planejamento didático e possibilitam a ocorrência de práticas epistêmicas?

Metodologia

Este trabalho faz parte de um projeto mais amplo intitulado “O Currículo de Ciências Naturais da Cidade de São Paulo em prática: ações de formadores, professores e estudantes” aprovado pelo Comitê de Ética do Instituto de Biociências da USP (CAAE: 97854918.3.0000.5464)

Como já explicitado na introdução, as teorias orientadoras deste trabalho são a perspectiva sociocultural de aprendizagem e a aprendizagem de ciências como prática social. Compreendendo o fenômeno investigado - a construção de oportunidades para PE do planejamento à sala de aula - como sociocultural, adotamos uma abordagem de pesquisa qualitativa, pois permite refletir sobre os fenômenos sociais e a complexidade dos contextos em que ocorrem (Kelly, 2023).

Dentre as diferentes abordagens qualitativas, compreendemos essa pesquisa como um estudo de caso, no qual investigamos uma situação e buscamos construir explicações para o fenômeno associadas ao contexto. O conceito de "contexto" é considerado aqui como o conjunto das condições que envolvem o fenômeno em análise (Franco & Munford, 2018), que podem ser amplas e macroestruturais, como políticas públicas, ou específicas, como a história de vida das pessoas envolvidas e, portanto, não se refere apenas ao lugar. Deste modo, nossa concepção de estudo de caso se alinha ao de Barlett e Vavrus (2017), para os quais fenômeno e contexto devem ser rigorosamente separados, mas que a delimitação se dá ao longo do processo de pesquisa.

O planejamento da sequência didática baseada no Ensino de Ciências por Investigação

Com a publicação da BNCC (Brasil, 2017), vivenciamos mudanças curriculares em todo o território nacional. No mesmo ano, no município de São Paulo, a Secretaria Municipal de Educação (SME-SP) iniciou seu movimento de atualização curricular em diálogo com a BNCC e publicou o documento Currículo da Cidade (São Paulo-SME/COPED, 2017), no qual se apresentam os princípios e fundamentos para o ensino e os objetivos de aprendizagem e desenvolvimento (OAD) para cada componente curricular para cada um dos nove anos do Ensino Fundamental. Além do documento Currículo da Cidade, foram produzidos e distribuídos os Cadernos da Cidade (São Paulo-SME/COPED, 2018), material didático com o objetivo de apoiar o processo de ensino e aprendizagem com vistas a alcançar os OAD estabelecidos no currículo.

Para Ciências da Natureza, os Cadernos da Cidade de cada ano do Ensino Fundamental se organizam em Unidades, que correspondem às sequências didáticas (SD) pautadas no EnCI e estruturadas de acordo com o modelo de Pedaste et al. (2015). Esses autores, baseados em uma revisão da literatura, propõem uma estrutura para o que denominam ciclo investigativo composta por cinco fases: Orientação, cujo propósito é promover uma aproximação ao tópico/tema a ser investigado e estimular a curiosidade dos estudantes; Conceitualização, na qual os estudantes conhecem/elaboram a pergunta de investigação e hipóteses quando for o caso; Investigação, que envolve os processos de produção e análise de dados; Conclusão, na

qual os estudantes constroem explicações, afirmações ou posicionamentos que respondam à questão de investigação; e Discussão, que envolve a reflexão sobre o processo e comunicação entre os pares durante todo o ciclo investigativo. Importa destacar que as fases não precisam ocorrer de forma sequencial e tampouco em uma única direção.

Neste trabalho analisamos o planejamento didático e as interações em sala de aula correspondentes a um ciclo investigativo do Caderno da Cidade do 8º ano do Ensino Fundamental, cuja pergunta de investigação era: Existe relação entre a gripe e o inverno? Na Figura 3 apresentamos a estrutura do planejamento didático com as fases do ciclo investigativo, as atividades propostas para os estudantes e as orientações para o professor.

A sala de aula e as pessoas participantes

Para investigar as interações discursivas no contexto de sala de aula, foram acompanhadas as aulas de Ciências da Natureza de uma turma 8º ano do Ensino Fundamental de uma escola pública municipal da zona oeste da Cidade de São Paulo. As aulas ocorreram em sala ambiente composta por quatro bancadas, uma televisão, um computador, uma lousa e uma pia, além de materiais como modelo de tronco humano, cartazes ilustrativos e microscópios. Os 28 estudantes da turma se distribuíram entre as bancadas e durante a realização da SD raras vezes trocaram de lugar.

O professor responsável pela turma possui formação inicial em bacharelado e licenciatura em Ciências Biológicas. No momento da coleta dos dados ele tinha dois anos de experiência docente. Ao longo de sua formação inicial teve contato com a abordagem do EnCI em algumas disciplinas da licenciatura e, posteriormente, em cursos de formação continuada promovidos pela SME. Para informações mais detalhadas sobre o professor, ver Oliveira (2024).

Durante o desenvolvimento da SD em sala de aula, o professor organizou a classe em grupos de três ou quatro estudantes, que permaneceram os mesmos ao longo de todas as aulas. Para registro das interações utilizamos gravadores de vídeo e áudio posicionados próximos aos grupos de estudantes e um junto ao professor.

O grupo escolhido para análise das interações era composto por três estudantes do sexo-gênero² feminino que interagiam muito entre si, com o professor e com a pesquisadora que era observadora-participante. Além disso, considerando a disponibilidade de gravações, também se tratava do grupo de estudantes que trabalhou de forma mais rápida, garantindo que a análise contasse com dados relativos a um ciclo investigativo completo.

Para autorização de participação na pesquisa, o professor e os responsáveis legais dos(as) estudantes assinaram o termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) e os(as) estudantes assinaram o Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE). Os nomes foram

² Utilizamos o termo sexo-gênero para expressar a concepção de que os conceitos de sexo e gênero não são dicotômicos ou independentes, mas sim duais. A noção difundida de gênero e sexo como dois conceitos opostos, um derivado da construção social e outro de condições biológicas, é questionada por pesquisadoras feministas como Fausto-Sterling (2019) e Butler (2022). Como essas autoras, assumimos que as expressões de gênero são moduladas pelo que é entendido como sexo, assim como as concepções sobre gênero também influenciam, biológica e fisicamente, os corpos de cada um dos sexos.

substituídos e os pronomes de tratamento adotados são os mesmos utilizados nas interações entre as pessoas participantes. Para garantir o anonimato, foram usados nomes fictícios nos trechos de falas que serão apresentados e os dados originais da pesquisa são acessados apenas pela equipe de pessoas devidamente identificadas no Comitê de Ética que aprovou o projeto.

Fases do Ciclo Investigativo	Textos e questões no Caderno da Cidade que orientam a ação dos estudantes	Orientações no Caderno da Cidade para a ação do(a) professor(a)
Orientação e Conceitualização	<p>Existe relação entre a gripe e o inverno? Embora a gripe e o resfriado tenham sintomas semelhantes entre si (como tosse, coriza, indisposição e congestão nasal), a gripe pode durar vários dias, apresentar sintomas mais severos (como febre alta) e desencadear complicações no sistema respiratório. É geralmente aceito que a gripe é causada por um microrganismo, o vírus Influenza. Esse vírus é transmissível e pode ter a sua estrutura genética modificada (sofrer mutações) muito facilmente (razão pela qual a vacina da gripe tem que ser atualizada a cada ano). O vírus Influenza pode ser de três tipos (A, B e C) e cada tipo pode ter um subtipo, como é o caso do subtipo H1N1, que causou o surto de gripe Espanhola entre 1918 e 1920, e do H5N1, que ficou conhecido como gripe aviária.</p>	
Investigação	<p>Q1. Você já teve gripe? No verão ou no inverno da cidade de São Paulo? Entreviste colegas e preencha, em seu caderno, uma tabela como a mostrada a seguir: [estrutura de tabela como exemplo]</p>	<p>Para que esta questão fique mais dinâmica, você pode organizar os(as) estudantes em grupos. Após todos os grupos realizarem a coleta das informações, organize uma tabela única, no quadro, possibilitando que todos(as) tenham os mesmos dados.</p>
	<p>Q2. Com base na coleta de dados da questão anterior, construa um gráfico, em seu caderno, mostrando a relação entre o número de colegas que acham que tiveram gripe e a época do ano relatada por elas ou eles.</p>	<p>Dependendo do nível de proficiência da turma, pode ser interessante mostrar alguns gráficos ou trabalhar em duplas. Promover a discussão entre os(as) estudantes após a elaboração dos gráficos também é fundamental para sanar dúvidas e compartilhar pontos de vista diferentes diante de dados semelhantes.</p>
	<p>Q3. Com base nos dados obtidos com a turma, você diria que a gripe é mais ou menos comum no inverno? Qual é a sua hipótese para explicar esse dado?</p>	<p>É importante fazer a discussão sobre o tipo de dados obtidos aqui. A gripe possui sintomas semelhantes a várias doenças (como o resfriado) e só é possível confirmar a sua ocorrência com exames laboratoriais. Além disso, como estamos perguntando sobre fatos ocorridos no passado, as pessoas podem se confundir ao fornecer as respostas, o que pode gerar dados não confiáveis.</p>
	<p>Q4. Considere o gráfico a seguir, que mostra o número de casos dos tipos de influenza confirmados clinicamente em postos de saúde no Brasil, conforme a semana do ano. Comparando os três anos (2009, 2010 e 2011), quais as semanas que apresentam os maiores registros? Há um padrão nos dados apresentados? Justifique sua resposta.</p>	<p>Discuta os dados coletivamente e procure checar a compreensão dos(as) estudantes quanto às informações trazidas no gráfico.</p>
	<p>Q5. Considerando o início das estações do ano no Brasil e os dados do gráfico anterior, é possível estabelecer relações entre a incidência de Influenza e as estações do ano? Justifique sua resposta.</p>	<p>Sem orientação para a ação do(a) professor(a).</p>
	<p>Q6. Vamos observar os dados do vírus Influenza coletados em diferentes países no ano de 2006. A partir do gráfico e do calendários fornecidos, preencha os dados da tabela [Tabela na qual estudantes precisava relacionar número da semana de um determinado mês e número de casos de Influenza]</p>	<p>Sem orientação para a ação do(a) professor(a).</p>
	<p>Q7. Até aqui, observamos dados de diferentes escalas para estabelecer uma relação entre a gripe e a época do ano. Você coletou dados da turma, analisou dados do Brasil e de países com diferentes latitudes. Com os dados que você viu, é possível estabelecer uma relação entre a gripe e a época do ano? Justifique a sua resposta.</p>	<p>Sem orientação para a ação do(a) professor(a).</p>

Figura 3. Fases do Ciclo Investigativo e orientações para a ação dos(as) estudantes e professor(a) na SD analisada. Q1, Q2, ... corresponde ao número da questão no Caderno da Cidade.

Construção e análise dos dados

A revisão sobre PE em pesquisas brasileiras realizada por Milena et al. (2023), revela que, devido ao caráter interativo, contextual, intertextual e consequencial das PE a maior parte das pesquisas sobre este constructo foca-se na análise de interações em sala de aula e apenas algumas analisam materiais escritos como produções dos estudantes (Almeida et al., 2016; Silva & Trivelato, 2017) ou documentos oficiais (Sasseron, 2018). O cenário é semelhante em âmbito internacional, impondo-nos um desafio metodológico para investigar a ocorrência de PE no planejamento de sequências didáticas.

Para isso, adotamos uma abordagem analítica baseada na mesma hipótese proposta por Silva e Sasseron (2025), em seu estudo sobre a participação de licenciandos em PE associadas às representações visuais na química orgânica. Segundo os autores, a mobilização de todos os domínios do conhecimento científico favorece o desenvolvimento de PE pelos estudantes. Com base nessa hipótese, buscaram identificar tais práticas nas interações discursivas em sala de aula como consequência da mobilização de todos os domínios.

Baseando-nos na síntese apresentada na Figura 1, elencamos os aspectos de cada domínio para constituir a ferramenta analítica apresentada no Quadro 1.

Quadro 1. Aspectos dos Domínios do Conhecimento Científico utilizados para identificar oportunidades de práticas epistêmicas no planejamento didático. Fonte: Elaboração própria.

ASPECTOS DOS DOMÍNIOS DO CONHECIMENTO CIENTÍFICO			
DOMÍNIO CONCEITUAL (DC)	DOMÍNIO EPISTÊMICO (DE)	DOMÍNIO SOCIAL (DS)	DOMÍNIO MATERIAL (DM)
1. Compreensão de aspectos da natureza da ciência	1. Elaboração de perguntas científicas	1. Processos de discordâncias e concordâncias	1. Uso de ferramentas e instrumentos
2. Compreensão e/ou uso de conceitos científicos	2. Construção de modelos e explicações	2. Existência de fóruns públicos de comunicação e avaliação	2. Uso de modelos e outras ferramentas
3. Compreensão e/ou uso de teorias, princípios e leis	3. Adoção de critérios epistêmicos para avaliar afirmações	3. Natureza coletiva do conhecimento científico	3. Uso de Inscrições literárias
	4. Uso de evidências como embasamento para afirmações	4. Negociação de significados e critérios epistêmicos	4. Uso de recursos digitais e tecnológicos
	5. Procedimentos de investigação	5. Colaboração na construção do conhecimento	
	6. Produção e/ou uso de dados de diferentes naturezas	6. Processo de legitimação e construção de consensos	
	7. Raciocínio lógico na construção do conhecimento científico		
	8. Representação de dados		
	9. Reconhecimento de padrões		

Analisamos o planejamento da sequência didática identificando a presença de aspectos de cada domínio do conhecimento em cada questão que constituía o ciclo investigativo “Existe relação entre a gripe e o inverno?” considerando os elementos do enunciado e, quando haviam, as orientações para o(a) professor(a). Consideramos que havia uma oportunidade de PE quando aspectos dos quatro domínios (conceitual, epistêmico, social e material) estavam presentes. Esta análise foi realizada pelos autores reunidos, possibilitando a construção de um modo comum de utilizar a ferramenta analítica.

Para a análise da ocorrência de PE em sala de aula, realizamos a transcrição das interações discursivas seguindo as normas de Preti (1999). Posteriormente, dividimos a transcrição em momentos considerando como critério a questão do ciclo investigativo na qual as estudantes estavam trabalhando. Quando a resolução de alguma questão continuava na aula seguinte, criamos um momento para cada aula.

Com os momentos delimitados, realizamos a análise da ocorrência de PE tal como em Silva e Sasseron (2025): identificamos aspectos dos domínios do conhecimento científico nos turnos de fala, destacamos as sequências de turnos nas quais todos os domínios estavam presentes e verificamos a construção partilhada de compreensão sobre o objeto de conhecimento ou sobre procedimentos e critérios de produção e validação do conhecimento. Esta análise foi realizada de modo independente pelos autores e posteriormente as divergências foram discutidas até a construção de um consenso.

Resultados e Discussão

O Quadro 2 sintetiza os resultados referentes aos domínios do conhecimento científico e às PE oportunizadas no ciclo investigativo “Existe relação entre a gripe e o inverno?” no Caderno da Cidade adotado pelo professor. Nele podemos evidenciar que todas as atividades que compõem a SD possibilitam a mobilização de aspectos de pelo menos três domínios do conhecimento (conceitual, epistêmico e material), mas apenas três delas explicitam possibilidades de mobilização de aspectos do domínio social (Questões 2, 3 e 4). Essas atividades que incluem o domínio social no planejamento didático também são aquelas que oportunizam o engajamento em PE, visto que a ausência deste domínio nas Questões 1, 5, 6 e 7 impossibilita a integração entre todos os domínios do conhecimento científico. Tal como discutido por Franco e Munford (2020) para interações em aulas de ciências, estes resultados revelam a importância do domínio social para possibilitar a integração entre os domínios também no material didático, além de ressaltar a importância da integração entre os domínios para o engajamento em PE (Silva e Sasseron, 2025).

A relevância da integração dos domínios para a oportunidade de engajamento em PE pode ser evidenciada ao analisarmos as orientações no Caderno da Cidade para as questões 1 e 2 do planejamento didático analisado (Figura 3). Na Questão 1, podemos evidenciar a presença de aspectos do domínio conceitual, dado que são necessários conhecer os conceitos científicos de gripe e de estações do ano (DC - aspecto 2); do domínio epistêmico, pois ao realizar entrevistas sobre incidência de gripe, há um procedimento de investigação (DE - aspecto 5) para produzir dados (DE - aspecto 6) e representá-los (DE - aspecto 8); e do domínio

material, pois trabalham com uma tabela (DM - aspecto 3) fornecida pelo material didático para auxiliar produção e representação dos dados; não há orientação que explice aspectos do domínio social. Já na Questão 2, estão presentes os mesmos aspectos presentes na Questão 1 dos domínios conceitual, epistêmico e material. No entanto, há uma orientação explícita para o(a) professor(a) que possibilita, também, a presença de aspectos do domínio social: ao propor a discussão sobre os diferentes gráficos produzidos, o planejamento didático possibilita que sejam explicitadas concordâncias e discordâncias (DS - aspecto 1) a respeito das melhores formas de representação dos dados, assim como a negociação entre pares e a construção de consensos (DS - aspecto 6). Todos esses processos ocorrem em função da construção de uma inscrição literária (DM - aspecto 3). Nesse caso, ao mobilizar aspectos de todos os domínios, há a oportunidade de participação na PE de negociação sobre o melhor gráfico para representar os dados produzidos na entrevista. Essa mobilização em aspectos do domínio social de modo articulado aos demais domínios oportuniza o engajamento em PE genuína, uma vez que, ao participar das discussões, as estudantes atribuem significado para as práticas vivenciadas e constroem conhecimento sobre a própria construção científica (Silva et al., 2022; Sasseron & Silva, 2021), de modo a avaliar e legitimar a forma de representar os dados escolhida pelo grupo. Há, portanto, um compromisso explícito do material com o aspecto social da construção do conhecimento científico (Almeida, 2014) através da mobilização do domínio social do conhecimento (Duschl, 2008). Por meio dessa integração, as estudantes têm a possibilidade de propor, justificar, avaliar e legitimar o conhecimento construído no processo de investigação (Kelly, 2008).

Quadro 2. Domínios do conhecimento científico e oportunidade de práticas epistêmicas nas atividades previstas no planejamento didático. Os números representam os aspectos dos domínios do conhecimento científico de acordo com o Quadro 1. Fonte: Elaboração própria.

Questão	DC	DE	DS	DM	Oportunidade de práticas epistêmicas
1	2	5, 6, 8	–	3	–
2	2	5, 6, 8	1, 6	3	Negociação sobre melhor gráfico para representar os dados produzidos nas entrevistas
3	1, 2	4, 7, 9	2, 4	3, 4	Discussão sobre confiabilidade dos dados produzidos e validade dos padrões reconhecidos
4	2	4, 7, 9	2	3, 4	Construção de sentido para o gráfico fornecido e reconhecimento de padrão
5	2	4, 7, 9	–	3, 4	–
6	2	6, 8	–	3	–
7	2	4, 5, 6, 7, 9	–	3, 4	–

É importante destacar que em todas as questões há a presença, em algum nível, de interatividade entre as estudantes. Na Questão 1, por exemplo, uma das orientações para o(a) professor(a) sugere que os estudantes se organizem em grupo para realização da atividade (Figura 3). Apesar disso, o compromisso do planejamento com o domínio social não está explícito, visto que os aspectos que foram considerados aqui como indicadores desses domínios estão relacionados com práticas próprias da ciência, que são mais amplas do que a simples formação de grupos. Nos outros domínios, tanto a Questão 1 como a Questão 2 se

comprometem com os mesmos aspectos dos domínios do conhecimento listados no Quadro 1. Entretanto, a Questão 2 se compromete explicitamente com práticas sociais das ciências, o que promove a articulação entre os domínios e se relaciona, assim, com as características iteracionais, contextuais, intertextuais e consequenciais das PE (ver Kelly & Licona, 2018).

A análise da Questão 3 e da Questão 4 também evidenciam a importância, no planejamento didático, das orientações para o(a) professor(a) para oportunizar a ocorrência de PE. Ambas questões, tal como enunciadas para os(as) estudantes, mobilizam apenas aspectos dos domínios conceitual, epistêmico e material. Na Questão 3, os aspectos do domínio social aparecem na orientação para a ação do(a) professor(a) ao informar sobre a importância de promover momentos de discussão entre os pares para discutir os dados obtidos por cada estudante, trazendo à tona práticas relacionadas à natureza coletiva do conhecimento científico (DS - aspecto 3) e possibilitando a negociação de significados e critérios epistêmicos (DS - aspecto 4). Tal situação oportuniza a participação na PE Discussão sobre confiabilidade dos dados produzidos e validade dos padrões reconhecidos (Quadro 2). Na Questão 4, os mesmos aspectos do domínio social são mobilizados na orientação para o(a) professor(a) promover uma discussão coletiva sobre o gráfico que representa o número de casos de Influenza A e B ao longo das semanas epidemiológicas dos anos de 2009, 2010 e 2011 a fim de possibilitar a compreensão compartilhada. Tal situação oportuniza a participação na PE Construção de sentido para o gráfico fornecido e reconhecimento de padrão (Quadro 2).

A fim de discutir como as interações discursivas em sala de aula transformam o planejamento didático e possibilitam a ocorrência de PE, apresentaremos resultados referente ao momento no qual as estudantes estavam resolvendo a Questão 1 (Aula 1), cujo planejamento didático não oportuniza a participação em PE e os momentos nos quais elas estão resolvendo a Questão 2 (Aula 1 e 2), cujo planejamento didático oportuniza a ocorrência da PE de negociação sobre melhor gráfico para representar os dados produzidos nas entrevistas (Quadro 2). Consideraremos a análise desses momentos representativa do conjunto integral das interações discursivas analisadas e suficiente para compreender a síntese que faremos ao final.

No Quadro 3 apresentamos um trecho do momento no qual as estudantes estão resolvendo a Questão 1, a qual solicita que entrevistem colegas para coletar dados sobre a ocorrência de gripe no verão e no inverno e construam no caderno uma tabela igual à do Caderno da Cidade (Figura 4).

Nome	Você acha que já teve gripe?			Se sim, em qual época do ano?		
	Não me lembro	Sim	Não	Não me lembro	No verão	No inverno
Maria		X			X	
Ana		X		X		
Carlos	X					X
Total	1	2	0	1	1	1

Figura 4. Tabela apresentada no Caderno da Cidade para ser utilizada como modelo para estudantes registrarem os dados das entrevistas (Questão 1). Fonte: Caderno da Cidade (São Paulo-SME/COPED, 2018, p. 76).

Para a realização desta Questão, o professor solicita que cada estudante prepare a tabela durante a aula e entreviste 10 pessoas fora da escola para que fossem pessoas diferentes e, ao final, pudessem contabilizar o conjunto de dados da sala toda. A interação discursiva entre estudantes e entre elas e o professor ocorre enquanto o grupo resolve iniciar a coleta de dados ainda na sala de aula, entrevistando umas às outras (Quadro 3).

Quadro 3. Trecho de interações discursivas relativas à resolução da Questão 1. ((texto)) Descrição de ação; ... - Pausa; :: - Prolongamento da vogal; // - Truncamento.

Turno	Pessoa	Fala	DC	DE	DS	DM
132	Manuela	e você?				
133	Sabrina	eu já peguei no verão... já peguei em todas as estação				
		eu já tive				
134	Manuela	já teve...sim...que época do ano?				
135	Sabrina	todas ((risos))				
136	Manuela	pode ser verão...ou inverno				
137	Sabrina	verão				
		marca os dois, né?				
138	Manuela	eita...agora fiquei confusa				
139	Sabrina	acho que pode marcar os dois				
140	Manuela	professor:::				
141	Professor	oi				
142	Manuela	vem aqui?				
143	Professor	vou				
144	Manuela	se a pessoa já teve no verão e no inverno tem que marcar nos dois?				
145	Professor	marca nos dois... tá bom?				
		faz assim ó... posso te dar uma::: posso te dar uma ideia?				
145	Manuela	pode				
		ao invés de perguntar// se a pessoa já teve gripe cê marca que sim... mas daí cê fala a última vez que cê teve foi quando?				
146	Professor	daí a pessoa vai falar se foi no verão ou no inverno... tá?				
		o último episódio...porque às vezes cê pode ter tido no verão e cê pode ter tido no inverno				
		tá bom? pode ser?				
147	Maya	ô Manuela...coloca não me lembro				
148	Manuela	o que que cê falou?				
149	Maya	coloca não me lembro...a última vez não lembro				
150	Professor	não se lembra?				
151	Maya	eu to gripada agora professor				
152	Professor	cê tá gripada agora?				
153		então...a gente...está...em plena primavera				
154		mas antes disso a gente tava no...?				
155	Maya	não sei				
156	Professor	no inverno certo?				
157	Maya	então coloca inverno				
158	Professor	que acabou de entrar a primavera//na verdade faz quase um mês que entrou a primavera				
159	Maya	todo mês eu to gripada...que que adianta?				
(...)						
160	Manuela	você acha que já teve gripe?				
161	Pesquisadora	na minha vida?				
162	Manuela	é				
163	Pesquisadora	já				
164	Manuela	se sim...em qual estação do ano...verão...inverno...				
165	Pesquisadora	esse ano?				
166	Manuela	é				
167	Maya	a última vez...no verão ou no inverno?				
168	Pesquisadora	inverno				
169	Maya	Todo mundo tem no inverno				

No Turno 132, Manuela está entrevistando Sabrina. Sabrina responde que já teve gripe em todas as estações do ano, mas Manuela explicita que, de acordo com a tabela fornecida, só poderia ser no verão ou no inverno (Turno 136). A situação trouxe à tona uma divergência

entre o modelo de tabela que dispunham e os dados reais obtidos por elas. Nos turnos seguintes as alunas se questionam sobre como realizar o registro (marcar apenas uma estação ou duas) e chamam o professor para ajudá-las. Até o Turno 159, o domínio conceitual está relacionado ao uso dos conceitos de gripe e de estações do ano (DC - aspecto 2). Além disso, elas se engajam em processos de investigação que necessitam de produção e uso de dados os quais são representados em uma inscrição literária, que são aspectos do domínio epistêmico (DE - aspectos 5, 6 e 8). Em relação ao domínio social, as estudantes estabelecem com o professor os critérios sobre quais dados serão coletados e constroem o consenso do que será considerado como dado (DS - aspectos 4 e 6). Por fim, todo o processo é focado na produção de uma inscrição literária, que evidencia o domínio material (DM - aspecto 3). Portanto, ao questionarem o modo como o registro de dados estava sendo proposto no Caderno da Cidade, as alunas abrem espaço para que ocorra a negociação sobre quais dados coletar (em quais estações do ano a pessoa já teve gripe ou a estação do ano da última vez que teve gripe) mobilizando aspectos de todos os domínios do conhecimento, oportunizando uma PE que possibilita novos entendimentos sobre a produção de dados.

Após a produção de dados por meio de entrevistas, a Questão 2 do planejamento didático orienta que os(as) estudantes decidam como esses dados serão representados. Diferente do que ocorre na resolução da Questão 1, aqui há um compromisso com aspectos dos quatro domínios do conhecimento que oportunizam PE de negociação sobre melhor gráfico para representar os dados produzidos nas entrevistas. No Quadro 4 apresentamos um trecho do momento no qual as estudantes estão resolvendo a Questão 2.

Nas interações discursivas do Quadro 4, as estudantes estão compartilhando as representações dos dados produzidos e a estudante Sabrina apresenta o gráfico que ela construiu a partir dos dados obtidos com as entrevistas que realizou (Turno 79). Apesar da sugestão dada pelo professor anteriormente, a aluna se apropriou da ideia de que algumas pessoas poderiam ter se infectado com o vírus da gripe no verão e no inverno e optou por registrar esta informação em sua tabela. Por isso, criou uma terceira coluna no seu gráfico para representar os entrevistados que se infectaram nas duas estações do ano. Maya e Manuela questionam a colega para que compreendam melhor a proposição (Turnos 81 a 86) e Sabrina explica que há uma categoria de pessoas que se contaminaram no verão e no inverno (Turno 90). Em seguida, Maya questiona Sabrina sobre a quantidade de pessoas que responderam nessa categoria (Turno 91 e 93) enquanto Manuela parece ainda não compreender o gráfico (Turno 92). Ao fim, Manuela demonstra ter compreendido o gráfico e a proposta da colega (Turno 95). Nesse trecho, as estudantes precisam usar os conceitos de gripe e estações do ano (DC - aspecto 2) enquanto se engajam em um procedimento de investigação que utiliza dados construídos para criar uma representação de dados (DE - aspecto 5, 6 e 8) e esses dados são representados em uma inscrição literária (DM - aspecto 3). No que diz respeito ao domínio social, as estudantes criam um fórum para avaliar os dados coletados e o gráfico construído pela colega e negociam o significado da representação dos dados elaborada por uma das colegas (DS - aspectos 2, 4 e 6). A articulação entre os domínios evidenciou que as estudantes estão se engajando na PE de Comunicação e avaliação dos gráficos produzidos pelas colegas.

Quadro 4. Trecho de interações discursivas relativas à resolução da Questão 1. ((texto)) Descrição de ação; ... - Pausa; :: - Prolongamento da vogal; MAIÚSCULA - Entonação enfática; () - Incompreensão de palavra ou segmento.

Turno	Pessoa	Fala	DC	DE	DS	DM
79	Sabrina	olha que gráfico bonito...maravilhoso				
80	Manuela	tá bonito				
81	Manuela	uma pessoa pegou no verão foi?				
82	Maya	no verão e no inverno?				
83	Sabrina	é				
84	Maya	Sabrina...como é isso?				
85	Maya	Sabrina mas...pra que isso?				
86	Manuela	ela colocou aqui inverno...aqui verão... ()				
87	Sabrina	cê não entendeu?				
88	Maya	verão inverno...não entendi nada				
89	Manuela	eu também não entendi não...aqui você tá considerando inverno aqui verão aqui				
90	Sabrina	gente...aqui ó...verão verão só verão...inverno NO verão E no inverno				
91	Maya	e só deu isso?				
92	Manuela	mas não dá pra ir no verão e no inverno				
93	Maya	e só deu isso?				
94	Sabrina	só...eu coloquei CINCO pessoas meu deus do céu				
95	Manuela	e se a pessoa for no verão e no inverno...ah... ((som de entendimento))				
96	Maya	entendi foi nada				
97	Manuela	() deu tudo isso?				
98	Sabrina	()				
99	Manuela	i:::				
100	Maya	eu não entendi nada				
101	Manuela	eu também tinha respondido isso				
102	Sabrina	calma...professor entendendo por mim tá bom				
103	Maya	vai ser meio raro ele entender também				
104	Sabrina	ele vai entender ele vai entender				
105	Pesquisadora	quem foi a pessoa que ficou doente no inverno e no verão?				
106	Sabrina	a Kemilly				
107	Pesquisadora	a:: só ela?				
108	Sabrina	só ela				
109	Pesquisadora	entendi...entendeu?				
110	Maya	a::((som de entendimento)) agora entendi				
111	Pesquisadora	((risos))				
112	Maya	ah Sabrina então pra mim cé pode colocar isso				
113	Sabrina	cê não entendeu nada ((risos))				
114	Maya	não eu entendi...a Kemilly ficou gripada no verão e no inverno não foi?				
115	Sabrina	((Sabrina faz uma cara de descontentamento expressando que era óbvio))				

Ao fim do trecho representado no Quadro 4, as estudantes continuam avaliando os gráficos construídos pelas colegas, sobretudo a proposição feita pela Sabrina. Além disso, a pesquisadora intervém no grupo questionando sobre quem é a pessoa que está representada no grupo de infectados no verão e no inverno (Turno 105). Enquanto Sabrina dialoga com a pesquisadora sobre sua proposição de representação dos dados, Maya manifesta que compreendeu o que o gráfico está representando (Turno 110) e, em seguida, exprime estar de acordo e legitima o que a colega está propondo (Turno 112). Até esse momento, enquanto Manuela e Sabrina pareciam estar de acordo com o que foi proposto, Maya ainda não havia construído significado para o gráfico apresentado. Após a intervenção da pesquisadora, Maya escuta a explicação da colega e comprehende o que está sendo proposto. A partir desse momento, todos os membros do grupo entram em um consenso sobre a validade da representação proposta por Sabrina e constroem um significado compartilhado. Além dos aspectos dos domínios do conhecimento científico mobilizados, aqui as estudantes se engajam em um processo de legitimação e construção de consenso (DS - aspecto 6) que possibilita a ocorrência da PE de Construção de significado para a representação dos dados.

Na Figura 5, apresentamos uma síntese dos resultados encontrados considerando também as PE referentes às demais questões do ciclo investigativo, além das PE da Questão 1 e da Questão 2 que foram discutidas anteriormente.



Figura 5. Distribuição das práticas epistêmicas oportunizadas no planejamento didático e realizadas durante a resolução das questões do ciclo investigativo “Existe relação entre a gripe e o inverno?”. O nome dado às PE busca refletir a prática social de construção do conhecimento científico que ocorreu no grupo analisado considerando os aspectos dos domínios do conhecimento científico que foram mobilizados e articulados.

Pesquisas anteriores afirmam que os elementos do contexto de sala de aula transformam o planejamento didático do EnCI (Franco & Munford, 2020; Sasseron & Silva, 2021) e a análise que realizamos soma evidências empíricas que sustentam essa afirmação (Figura 5). Além disso, traz indícios de que quando há uma articulação dos quatro domínios do conhecimento (Questões 2, 3 e 4) no planejamento didático, mais PE ocorrem em sala de aula. Esses resultados sinalizam também a relevância de conceber um planejamento didático comprometido, de modo explícito, com a construção de ambientes de aprendizagem favoráveis à participação dos estudantes em PE.

No contexto investigado, destacamos a importância das ações do professor e das estudantes que, por meio das interações, construíram oportunidades para a tomada de decisões em relação ao processo de construção de conhecimento no grupo. Esta forma de interação possibilitou a emergência da agência epistêmica das estudantes, ou seja a possibilidade e capacidade de participarem do processo colaborativo de produção do conhecimento (Damşa et al., 2010; Ko e Krist, 2019; Miller et al., 2018).

Como mencionamos, o professor tinha apenas dois anos de experiência docente, mas possuía bastante tempo de formação relacionada à abordagem do EnCI. Durante todo o desenvolvimento da SD, ele incentivou o trabalho em grupo e raramente dava orientações para a sala toda ao mesmo, permitindo que cada grupo desenvolvesse a investigação em ritmos diferentes e que tomassem decisões distintas ao longo do processo de investigação. A promoção do trabalho em grupo durante todas as aulas transformou atividades que estavam

planejadas para serem individuais em atividades coletivas. O fato de estarem em grupo durante toda a investigação possibilitou, por exemplo, que as estudantes iniciassem as entrevistas em sala de aula, umas com as outras, evento que foi fundamental para a ocorrência de uma PE que não estava prevista no planejamento didático: negociação sobre quais dados coletar.

Ainda que o trabalho em grupo não seja a única condição para a ocorrência de PE, a presença de concordâncias e discordâncias, negociações e construção de consensos se constituíram como PE, na medida em estavam orientadas por aspectos epistêmicos presentes no planejamento didático pautado na abordagem didática do ensino por investigação.

Além das decisões do professor, a dinâmica de trabalho adotada pelas estudantes também parece ter ampliado as oportunidades de PE. Mesmo quando as questões do Caderno da Cidade não traziam orientações para a construção de consensos no grupo, as estudantes se preocupavam em construir entendimentos compartilhados sobre as etapas de investigação. Diferentes pesquisas destacam que o engajamento significativo em práticas epistêmicas requer que os(as) estudantes sejam posicionados(as) como agentes epistêmicos (p.e. Ko & Krist, 2019; Pierson et al., 2019; Zhang, et al., 2022), ou seja, como pessoas capazes de tomar decisões relativas à investigação desenvolvida em sala de aula, moldando o conhecimento construído naquele contexto (Damşa et al., 2010; Stroupe, 2014).

Os dados de interação em sala de aula nos dão indícios de que as estudantes foram posicionadas com agência epistêmica pelo professor, pelas próprias colegas e por si próprias, possibilitando que tomassem decisões que moldaram a construção do conhecimento no grupo. Durante a realização da Questão 2, por exemplo, o professor tomou decisões diferentes daquelas sugeridas no Caderno da Cidade e não fez uma discussão com a sala toda sobre diferentes tipos de gráficos, optando por fazer isso nos grupos, conforme demanda dos(as) estudantes. Não houve a produção de um gráfico único para a sala toda, cada estudante pôde escolher o gráfico mais apropriado para o seu conjunto de dados, ampliando a oportunidade de construção de conhecimentos, uma vez que as estudantes precisaram explicar para as colegas as decisões tomadas e, juntas, construíram sentidos compartilhados para diferentes tipos de gráficos e dados.

Considerações finais

Neste trabalho, buscamos investigar as oportunidades para integração entre os domínios do conhecimento científico e participação em práticas epistêmicas no planejamento didático e como esse planejamento se transforma durante as interações discursivas e possibilita a ocorrência de PE.

Inicialmente, a revisão de trabalhos da área que investigaram os domínios do conhecimento científico em diferentes contextos formativos forneceu elementos para a construção de uma ferramenta analítica com descrição de aspectos que constituem os domínios conceitual, epistêmico, social e material. Embora apresente cada um dos domínios separadamente, a ferramenta se mostrou adequada para dar visibilidade às oportunidades de PE no

planejamento didático e na construção do EnCI em sala de aula por meio das interações discursivas.

A análise do planejamento de uma sequência didática pautada no EnCI nos permitiu afirmar que, embora todas as atividades oportunizem a mobilização dos domínios conceitual, epistêmico e material, apenas evidenciamos oportunidades para a participação em PE quando aspectos de todos os domínios, incluindo também o domínio social, eram mobilizados, como na construção de situações de negociação sobre a forma mais adequada de representar os dados, de avaliação da confiabilidade dos resultados, ou ainda, de construção de consenso sobre o significado dos dados apresentados. Além disso, a análise nos revelou que, no material analisado, os elementos do domínio social foram explicitados pelas orientações para a ação do(a) professor(a).

Já a análise das interações discursivas em sala de aula, produziu evidências de que na sala de aula o planejamento didático interage com elementos contextuais como o conhecimento do professor sobre a abordagem do EnCI e suas opções didáticas, assim como o posicionamento das estudantes com agência epistêmicas. Embora a realização de atividades em grupo não seja condição suficiente para a promoção e articulação dos domínios do conhecimento, no contexto investigado, o trabalho em grupo constituiu-se como norma de organização na sala de aula, o que possibilitou às estudantes a construção de fóruns de comunicação e avaliação, onde se deu a negociação e construção coletiva de significados para o conhecimento científico, assim como para os modos e processos de sua produção.

Deste modo, o presente trabalho traz contribuições metodológicas para o campo de pesquisa ao propor uma ferramenta analítica para a análise dos domínios do conhecimento e oportunidades de PE em diferentes dimensões do EnCI. Além disso, ao reconhecer a relevância da dinâmica de trabalho estabelecida no grupo de estudantes analisado, este trabalho abre novas perspectivas de pesquisa que se voltem a investigar como se dá a construção de espaços de diálogos onde haja confiança para que todos possam expor dúvidas, concordâncias e discordâncias.

Agradecimentos

Ao CNPq, pela bolsa de Iniciação Científica ao primeiro autor. À Profa. Dra. Daniela Lopes Scarpa, pela possibilidade de analisar este conjunto de dados no âmbito do projeto "O currículo de Ciências Naturais da Cidade de São Paulo em prática: ações de formadores, professores e estudantes", financiado pela FAPESP. À Isabela Castro Oliveira pela coleta dos dados. Ao professor e aos estudantes, que generosamente abriram as portas da sala de aula e possibilitaram a realização desta pesquisa. Aos revisores, pela leitura e análise crítica que possibilitaram o aprimoramento do texto. Aos colegas do LaPPEC-IB-USP, por serem nosso coletivo.

Referências

- Agustian, H. Y. (2022). Considering the hexad of learning domains in the laboratory to address the overlooked aspects of chemistry education and fragmentary approach to assessment of student learning. *Chemistry Education Research and Practice*, 23, 518-530.
<https://doi.org/10.1039/D1RP00271F>
- Almeida, E. G. (2014). Aprendizagem situada. *Texto Livre*, 7(1), 177–184. <https://doi.org/10.17851/1983-3652.7.1.177-184>
- Almeida, D. M., Janvier, P. M., & Trivelato, S. L. F. (2016). Analysis of epistemic practices in reports of higher education students groups in carrying out the inquiry-based activity of immunology. *Investigações em Ensino de Ciências*, 21(2), 105-120. <http://doi.org/10.22600/1518-8795>
- Bartlett, L., & Vavrus, F. (2017). Comparative Case Studies. *Educação & Realidade*, 42(3), 899–920.
<https://doi.org/10.1590/2175-623668636>
- Bruce, B., & Bloch, N. (2013). Pragmatism and Community Inquiry: A Case Study of Community-Based Learning. *Education and Culture*, 29(1), 27-45. <https://docs.lib.purdue.edu/eandc/vol29/iss1/art4>
- Bybee, R. W., Taylor, J. A., Gardner, A., Scotter, P. V., Powell, J. C., Westbrook, A., & Landes, N. (2006). *The BSCS 5E Instructional Model: Origins and Effectiveness*. Office of Science Education National Institutes of Health. <https://www.researchgate.net/publication/242363914>
- Cappelle, V., Franco, L., & Munford, D. (2023). Spatio temporal relationships in science lessons: Building learning opportunities over time. *Science Education*, 107(6), 1435-1456.
<https://doi.org/10.1002/sce.21808>
- Cardoso, M. J. C., & Scarpa, D. L. (2018). Diagnóstico de Elementos do Ensino de Ciências por Investigação (DEEnCI): Uma Ferramenta de Análise de Propostas de Ensino Investigativas. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 18(3), 1025-1059. <https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec20181831025>
- Carvalho, A. M. P. (2013). *Ensino de Ciências por Investigação: Condições de implementação em sala de aula*. Cengage Learning.
- Carvalho, A. M. P. (2018). Fundamentos Teóricos e Metodológicos do Ensino por Investigação. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 18(3), 765-794. <https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2018183765>
- Cavalcante, L. T. C., & Oliveira, A. A. S. (2020). Métodos de revisão bibliográfica nos estudos científicos. *Psicologia em Revista*, 26, 83-102. <https://doi.org/10.5752/P.1678-9563.2020v26n1p82-100>
- Damša, C. I., Kirschner, P. A., Andriessen, J. E. B., Erkens, G., & Sins, P. H. M. (2010). Shared epistemic agency: an empirical study of an emergent construct. *Journal of the Learning Sciences*, 19(2), 143–186. <https://doi.org/10.1080/10508401003708381>
- Duschl, R. (2008). Science Education in Three-Part Harmony: Balancing Conceptual, Epistemic, and Social. *Review of Research in Education*, 32, 268-291. <https://doi.org/10.3102/0091732X07309371>
- Eteläpelto, A., Vähäntanen, K., Hökkä, P., & Paloniemi, S. (2013). What is agency? Conceptualizing professional agency at work. *Educational Research Review*, 10, 45–65.
<https://doi.org/10.1016/j.edurev.2013.05.001>
- Franco, L. G., & Munford, D. (2018). Investigando Interações Discursivas em Aulas de Ciências: Um “Olhar Sensível ao Contexto” sobre a Pesquisa em Educação em Ciências. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 18(1), 125-151. <https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2018181125>
- 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, 687-719.
<https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2020ou687719>

- Furtak, E. M., Seidel, T., Iverson, H., & Briggs, D. C. (2012). Experimental and Quasi-Experimental Studies of Inquiry-Based Science Teaching: A Meta-Analysis. *Review of Educational Research*, 82(3), 300-329. <https://doi.org/10.3102/0034654312457206>
- García-Carmona, A. (2020). From Inquiry-Based Science Education to the Approach Based on Scientific Practices. *Science & Education*, 29, 443–463. <https://doi.org/10.1007/s11191-020-00108-8>
- Kelly, G. J. (2008). Inquiry, Activity, and Epistemic Practice. In R. Duschl & R. Grandy (Eds.) *Teaching Scientific Inquiry: Recommendations for Research and Implementation* (pp. 99-117; 288-291). Sense Publishers. <https://www.researchgate.net/publication/236867939>
- Kelly, G. J. (2014). Discourse Practices in Science Learning and Teaching. In N. G. Lederman, & S. K. Abell (Orgs) *Handbook of Research on Science Education*, Volume II. (1^a Ed.). Nova York, (pp. 321-336). <https://www.researchgate.net/publication/268206768>
- Kelly, G.J. (2023). Qualitative research as culture and practice. In N. G. Lederman, D. Zeidler, & J. S. Lederman, J. S. (Eds.), *Handbook of Research on Science Education*, 3, 60–86. Lawrence Erlbaum Associates. <https://doi.org/10.4324/9780367855758-4>
- Kelly, G. J., & Licona, P. (2018). Epistemic Practices and Science Education. In *Science: Philosophy, History and Education*, 139-165. (Science: Philosophy, History and Education). Springer Nature. https://doi.org/10.1007/978-3-319-62616-1_5
- Ko, M. M., & Krist, C. (2019). Opening up curricula to redistribute epistemic agency: A framework for supporting science teaching. *Science Education*, 103(4), 979-1010. <https://doi.org/10.1002/sce.21511>
- Knorr-Cetina, K. (1999). *Epistemic cultures: How the sciences make knowledge*. Harvard University Press.
- Lave, J., & Wenger, E. (1991). *Situated learning: legitimate peripheral participation*. Cambridge University Press.
- Lemke, J. (2001). Articulating communities: Sociocultural perspectives on science education. *Journal of Research in Science Teaching*, 38, 296-316. [https://doi.org/10.1002/1098-2736\(200103\)38:3%3C296::AID-TEA1007%3E3.0.CO;2-R](https://doi.org/10.1002/1098-2736(200103)38:3%3C296::AID-TEA1007%3E3.0.CO;2-R)
- Longino, H. (2002). *The fate of knowledge*. Princeton University Press.
- Milena, M. L., Munford, D., & Fernandes, P. C. (2023). O constructo de práticas epistêmicas em pesquisas brasileiras em educação em ciências. *Investigações em Ensino de Ciências*, 28(1), 227-259. <http://doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2023v28n1p227>
- Miller, E., Manz, E., Russ, R., Stroupe, D., & Berland, L. (2018). Addressing the epistemic elephant in the room: epistemic agency and the next generation science standards. *Journal of Research in Science Teaching*, 55(7), 1053-1075. <https://doi.org/10.1002/tea.21459>
- Moraes, R. P., & Bego, A. M. (2024). Princípios Epistemológicos, Sociopolíticos e Psicopedagógicos do Ensino de Ciências por Investigação. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 24, 1-34. <https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2024u491524>
- Oliveira, I. C. (2024). *O que faz o professor de ciências ao conduzir uma sequência didática investigativa? Um estudo de caso sobre o papel do professor de ciências no contexto da reforma curricular do município de São Paulo*. [Dissertação de mestrado, Ensino de Ciências (Física, Química e Biologia), Universidade de São Paulo, São Paulo]. <http://doi.org/10.11606/D.81.2024.tde-23092024-094413>.
- Osborne, J. (2017). Going Beyond the Consensus View: A Response. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 17(1), 53–57. <https://doi.org/10.1080/14926156.2016.1271920>
- Oreskes, N. (2019). *Why Trust Science?* Princeton University Press.
- Pedaste, M., Mäeots, M.L., Siiman, A., de Jong, T., Siswa A., van Riesen, S. A. N., Kamp, E. T., Manoli, C.C., Zacharia, Z.C., & Tsourlidaki, E. (2015). Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry cycle. *Educational Research Review*, 14, 47-61. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2015.02.003>.
- Preti, D. (1999). *Análise de textos orais*. (4a. ed.). Humanitas Publicações FFLCH/USP.

- Rodrigues, B. A., & Borges, A. T. (2008). O ensino de ciências por investigação: reconstrução histórica. *Anais do XI Encontro de Pesquisa em Ensino de Física*, Curitiba, 1-12.
<https://sec.sbfisica.org.br/eventos/epef/xi/atas/resumos/To141-1.pdf>
- Rogoff, B. (2003). *The cultural nature of human development*. Oxford University Press.
- Rogoff, B. (1995). Observing sociocultural activity on three planes: Participatory appropriation, guided participation, and apprenticeship. In J. V. Wertsch, P. del Río, & A. Alvarez (Eds.), *Sociocultural studies of mind* (pp. 139–164). Cambridge University Press.
<https://doi.org/10.1017/CBO978139174299.008>
- Ryu, S., Han, Y., & Paik, S.H. (2015). Understanding Co-development of Conceptual and Epistemic Understanding through Modeling Practices with Mobile Internet. *Journal of Science Education and Technology*, 24(2/3), 330–355. <http://www.jstor.org/stable/43867848>
- Sá, E. F., Lima, M. E. C. C., & Aguiar Jr., O. (2016). A construção de sentidos para o termo ensino por investigação no contexto de um curso de formação. *Investigações em Ensino de Ciências*, 16(1), 79-102. <https://ienci.if.ufrrgs.br/index.php/ienci/article/view/247>
- Sacristán, J. G. (2013). O que significa currículo? In: Sacristán, J. G. (Org.), *Saberes e incertezas sobre o currículo*. Penso Editora.
- Sasseron, L. H. (2015). Alfabetização Científica, Ensino por Investigação e Argumentação: relações entre ciências da natureza e escola. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, 17, 49-67.
<https://doi.org/10.1590/1983-2117201517s04>
- Sasseron, L. H., & Duschl, R. A. (2016). Ensino de ciências e as práticas epistêmicas: o papel do professor e o engajamento dos estudantes. *Investigações em Ensino de Ciências*, 21(2), 52-67.
<https://doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2016v21n2p52>
- Sasseron, L.H. (2018). Ensino de Ciências por Investigação e o Desenvolvimento de Práticas: Uma Mirada para a Base Nacional Comum Curricular. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação Em Ciências*, 18(3), 1061-1085. <https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec20181831061>
- São Paulo (SP). Secretaria Municipal de Educação. Coordenadoria Pedagógica. (2017) Currículo da cidade: Ensino Fundamental: componente curricular: Ciências da Natureza. (1a.ed.). SME / COPED. <https://curriculo.sme.prefeitura.sp.gov.br/curriculo-ensino-fundamental>
- São Paulo (SP). Secretaria Municipal de Educação. Coordenadoria Pedagógica. (2018) Caderno da cidade: Saberes e aprendizagens: Ciências Naturais – 8º ano – volume 1. SME / COPED. <https://curriculo.sme.prefeitura.sp.gov.br/sequencias>
- Serva, A. N. F., & Silva, M. B. (2024). Estratégias didáticas no Ensino de Ciências por Investigação: caracterizando a complexidade da metodologia. In: *Anais do III Encontro de Ensino de Ciências por Investigação*, Belo Horizonte. <https://www.even3.com.br/anais/iii-eneci-383547/782132-estrategias-didaticas-no-ensino-de-ciencias-por-investigacao--caracterizando-a-complexidade-da-metodologia/>
- Silva, F. C., Nascimento, L.A., Valois, R.S., & Sasseron, L.H. (2022). Ensino de Ciências como Prática Social: relações entre as normas sociais e os domínios do conhecimento. *Investigações em Ensino de Ciências*, 27(1) 39–51. <https://doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2022v27n1p39>
- 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 (Belo Horizonte)*, 23, e34674. <https://doi.org/10.1590/1983-21172021230129>
- Silva, M. B., & Trivelato, S. L. F. (2017). A mobilização do conhecimento teórico e empírico na produção de explicações e argumentos numa atividade investigativa de Biologia. *Investigações em Ensino de Ciências*, 22(2), 139-153. <https://dx.doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2017v22n2p139>
- Silva, F.C., & Sasseron, L.H. (2025). Mobilization of Scientific Knowledge Domains to Build Epistemic Practices Among Pre-service Chemistry Teachers. *Science & Education*.
<https://dx.doi.org/10.1007/s11191-024-00607-y>

- Soares, N., & Trivelato, S. F. (2019). Ensino de ciências por investigação - revisão e características de trabalhos publicados. *Atos de Ciências da Saúde (ACIS)*, 7(1), 45-65.
<https://www.researchgate.net/publication/333915642>
- Strider, R. B & Watanabe, G. (2018). Atividades Investigativas na Educação Científica: Dimensões e Perspectivas em Diálogos com o ENCI. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 18 (3), 819-849. <https://dx.doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2018183819>
- 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://dx.doi.org/10.1002/sce.21112>
- Stroupe, D. (2015). Describing “Science Practice” in Learning Settings. *Science Education*, 99(6), 1033-1040. <https://dx.doi.org/10.1002/sce.21191>
- Subramaniam, K. (2023). Pre-service Elementary Teachers’ Images of Scientific Practices: a Social, Epistemic, Conceptual, and Material Dimension Perspective. *Research in Science Education*, 53, 633-649. <https://dx.doi.org/10.1007/s11165-022-10074-6>
- Uum, M.S.J., Verhoeff R.P., & Peeters, M. (2016). Inquiry-based science education: towards a pedagogical framework for primary school teachers. *International Journal of Science Education*, 38(3), 450-469. <https://doi.org/10.1080/09500693.2016.1147660>
- Watkins J., Hammer D., Radoff J., Jaber L.Z., & Phillips A.M. (2017). Positioning as not-understanding: The value of showing uncertainty for engaging in science. *Journal of Research in Science Teaching*, 55(4), 573-599. <https://doi.org/10.1002/tea.21431>
- Vygotsky, L. (1978). *A Formação Social da Mente*. (3a.ed., 1991). Martins Fontes.
- Zhang, J., Tian, Y., Yuan, G., & Tao, D. (2022). Epistemic agency for costructuring expansive knowledge-building practices. *Science Education*, 106, 890–923. <https://doi.org/10.1002/sce.21717>
- Wei, B., & Li, X. (2017). Exploring science teachers’ perceptions of experimentation: implications for restructuring school practical work, *International Journal of Science Education*, 39(13), 1775-1794.
<https://doi.org/10.1080/09500693.2017.1351650>
- Zômpero, A. F. & Laburú, C. E. (2011). Atividades investigativas no ensino de ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, 13(3), 67-80.
<https://doi.org/10.1590/1983-21172011130305>