

ATIVIDADES INVESTIGATIVAS COMO PROMOTORAS DO DOMÍNIO MATERIAL DO CONHECIMENTO CIENTÍFICO EM SALA DE AULA

Marina Ferreira Foscolo¹, Luciana Abreu Nascimento², Lúcia Helena Sasseron³,
Fernando César Silva¹

¹ Faculdade de Educação/Universidade Federal de Minas Gerais, marinafefoscolo@gmail.com, fcsquimico@ufmg.br

² Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais, Poços de Caldas, luciana.nascimento@ifsuldeminas.edu.br

³ Faculdade de Educação/Universidade de São Paulo, sasseron@usp.br

INTRODUÇÃO

Duschl (2008) propõe a valorização dos processos dialógicos em sala de aula, trazendo reflexões sobre os objetivos de aprendizagem de ciências, mirando nas práticas investigativas. O autor propõe os *Domínios do Conhecimento Científico* à partir de uma perspectiva do protagonismo estudantil no ensino de ciências, por meio da aproximação do fazer científico para as ciências escolares. O autor propôs que os domínios epistêmico, social e conceitual sejam incorporados às aulas de ciências de forma equilibrada e harmônica, mudando o foco da discussão de “o quê” para o “porquê” e “como” aprender. Stroupe (2014), em pesquisa empírica, analisou o ensino de ciências como comunidade de prática e comparou abordagens ambiciosas (valorização da participação dos estudantes) com abordagens tradicionais. Para isso, o autor retoma as ideias de Duschl (2008) sobre o ensino de ciências como prática e descreve os aspectos social, conceitual, epistêmico e material das *Dimensões do Trabalho Disciplinar*.

Neste sentido, a atividade investigativa proporciona aos alunos a possibilidade de desenvolver habilidades cognitivas e de elaboração de procedimentos que se aproximam ao fazer dos cientistas (Pedaste et al., 2015). Esses aspectos partem do engajamento dos alunos como protagonistas, a partir da elaboração de hipóteses baseadas em evidências, experimentação, análise e discussão dos dados, comunicação e discussão entre pares (Zompero e Laburu, 2011). Este protagonismo é propiciado quando os professores criam condições para que os alunos se expressem, promovendo a autonomia intelectual dos estudantes a partir de um ensino mais interativo e dialógico (Carvalho, 2013; Munford e Lima, 2007.)

Em estudos recentes, Silva e Sasseron (2023; 2025), a partir do conceito de objeto epistêmico proposto por Rheinberger (1997), entendem a materialidade como parte central dos processos de ensino e aprendizagem. Em seus estudos, os autores demonstraram que as práticas que envolvem o domínio material possibilitaram a mobilização dos demais domínios do conhecimento científico. Seja na investigação, como dados de primeira-mão, “pela demanda de uso, adaptação e construção de ferramentas manipulativas e intelectuais” (Silva e Sasseron, 2021, p. 13), e entendimento de como as evidências científicas são construídas (Tang e Cooper,

2024; Sasseron et al, 2025) que possibilitaram apoiar o trabalho intelectual na e pela comunidade (Valois e Sasseron, 2021).

Dito isso, entendemos que a problematização da materialidade é essencial para que a investigação ocorra (Silva e Sasseron, 2023). Estudos nessa perspectiva tem despertado o interesse de pesquisadores e pesquisadoras da área no Brasil e no mundo (Wei e Li, 2017; Valois e Sasseron, 2021; Silva e Sasseron, 2021; Silva e Sasseron, 2023; 2025; Tang e Cooper, 2024; Lino e Sasseron, 2024; Ramos, Silva e Mendonça, 2025, Sasseron et al., 2025; Nascimento e Silva, 2025; Sasseron, Silva e Nascimento, 2025).

Nós analisamos como os estudantes, em uma disciplina de Química Orgânica, interagem com o domínio material do conhecimento científico em sala de aula durante uma sequência de atividades investigativas realizadas remotamente. Para isso, nossa pesquisa utilizou dados coletados durante o ensino remoto emergencial em um curso de licenciatura em Química de uma instituição pública.

METODOLOGIA

Neste estudo de natureza qualitativa (Ericksson, 2011), utilizamos os aspectos do estudo de caso (Yin, 2001) para nossa análise. Para isso, utilizamos como fonte de dados: (i) caderno de campo, a partir da observação participante; (ii) gravações em vídeo de interações discursivas ocorridas na plataforma; e (iii) obtenção de artefatos produzidos durante a atividade.

A fim de responder nossa questão de pesquisa, analisamos como os alunos interagem com os domínios do conhecimento científico em sala de aula. Para nossa análise, utilizamos dados coletados durante o período do ensino remoto emergencial, em decorrência da COVID-19. Dito isso, as aulas foram realizadas por uma plataforma de reuniões online e gravadas para caso algum aluno não pudesse assistir no momento síncrono.

Essas gravações, com o consentimento da professora e dos estudantes, foram um dos dados utilizados para a pesquisa. As vídeo-gravações foram transcritas para a construção dos turnos de fala, permitindo a organização em episódios de interesse (Carvalho, 2011). Seleccionamos, para realizarmos a categorização dos turnos de fala pelos estudantes, os episódios cujos alunos estavam em grupos discutindo uma atividade.

Para a categorização dos dados coletados, formulamos uma rubrica com o referencial teórico abordado em Stroupe (2014) e Duschl (2008). Entendemos o *domínio conceitual* como a **construção** e/ou **negociação** das teorias, leis, conceitos, ideais científicas e explicações sobre eles; o *domínio epistêmico* como a **avaliação** e/ou **desenvolvimento** das teorias das teorias (incluindo autocrítica), leis, conceitos e ideias por meio de evidências e uso de representações; o *domínio social* como a **reprodução** e/ou **negociação** de normas, rotinas e critérios; e o *domínio material* como a **problematização** dos materiais (concretos e abstratos) para apoiar o trabalho

intelectual da prática. Após a categorização realizada individualmente pelos pesquisadores deste trabalho, elas foram confrontadas. Efetuamos o confronto para estabelecimento de um consenso sobre a caracterização dos domínios, a fim de identificar possíveis discordâncias.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesta análise, investigamos um trecho da discussão dos alunos sobre uma atividade em grupo proposta pela professora. Esta atividade consistia na investigação, pelos alunos, da formação ou não de uma substância desconhecida a partir de uma conhecida. A substância conhecida era o lupeol, e a desconhecida poderia ou não ser derivada dele. As instruções da atividade demandavam que os alunos analisassem o espectro na região do infravermelho dessas substâncias para compará-las. Posteriormente, os resultados foram apresentados à toda turma.

Quadro 1. análise da estrutura derivado a partir do espectro de absorção na região do infravermelho (IV)

Turno	Falante	Transcrição da fala	Domínio
15	João	TÁ... então vamos olhar as outras bandas também pra ter certeza...	M
16	Lídia	Essa banda de 1729 ela é o quê hein?	M
17	João	Se eu não me engano ela é da carbonila -carbono dupla O-...	MC
18	Iamê	É a carbonila...	C
19	Lídia	Ah:: tá::...	NA
20	João	É... não é?	NA
21	Iamê	Uhum ((interjeição afirmativa))... é a da carbonila... eu até mandei no chat ((a cópia da tabela)) mas acho que não enviou...	C
22	João	Uhum ((interjeição afirmativa))...	NA
23	Iamê	Mas é a da carbonila... É porque é assim... aqui tá assim... ((inicia a leitura da tabela)) de 1760 até/... ((corrige)) e 1750 é C dupla O de ácido... 1750 a 1740 C dupla O de éster... 1740 a 1720 é C dupla O de aldeído e 1720 a 1700 é C dupla O de cetona...	C
24	João	É carbonila...	C
25	João	Ô Iamê...	NA
26	Iamê	Oi...	NA

27	João	Nesse aí do derivado tem ligação carbono oxigênio também?	M
28	Iamê	Como assim do derivado... João?	NA
29	João	É::... no derivado... tem alguma banda de ligação C O? Ligação simples...	M
30	Iamê	Mas peraí... você tá me perguntando no intermediário ou <u>cê tá perguntando/...</u> ((interrompida por João))	NA
31	João	<u>No intermediário...</u>	NA
32	Iamê	Tem... tem uma ligação simples sim...	MC
33	João	Tem banda dela? Quê se não tiver também é outro motivo pra gente falar que está errado...	ME

Fonte: dados da pesquisa (2020). C = conceitual, E = epistêmico, M = material, NA = não aplica.

No Quadro 1, identificamos a mobilização do *domínio material* pelos estudantes quando colocaram o espectro dos compostos sob análise. Nos turnos 15, 16, 17, 27, 29 e 33 ocorre a problematização do espectro IV do composto derivado. Nesse momento, a investigação pelos alunos se dá a partir da exploração e interpretação dos dados, comparando o composto derivado com o lupeol (substância conhecida), a partir da análise das bandas de ligação. Entendemos que, ao fazerem esse movimento de problematizar o espectro da substância desconhecida na comparação com o espectro do lupeol, isso sustentou o trabalho intelectual dos estudantes durante a investigação. Nosso entendimento reforça o encontrado por Lino e Sasseron (2024), de que o domínio material é compreendido a partir da execução consciente dos recursos materiais (concretos ou abstratos) para a construção da avaliação dos dados e informações que fomentem a construção do conhecimento.

Identificamos também a mobilização do *domínio conceitual*, que ocorreu ao construírem o entendimento sobre os valores das frequências das bandas de ligação em relação ao grupo funcional correspondente. Os valores das bandas não foram apresentados como um fato pela professora, mas foram trazidos pelos estudantes durante o processo investigativo para identificar a substância desconhecida a partir da comparação com o lupeol. Nos turnos 17, 18, 21, 23 e 24, os alunos se questionaram sobre a banda ser uma carbonila ao analisarem o espectro do lupeol. Devido ao questionamento, consultaram uma tabela (fornecida em outra aula pela professora) com as correlações dos intervalos das frequências com os grupos funcionais. Entendemos que a consulta à tabela nesta prática investigativa, teve como função proporcionar uma fonte de dados que auxilia na construção dos entendimentos sobre os conceitos trabalhados na atividade. Entretanto, cabe ressaltar que não entendemos a consulta da tabela como a mobilização do

domínio material neste momento, pois eles queriam apenas conferir se os valores estavam de acordo, ou seja, apenas sua leitura. Em outras palavras, a tabela não foi problematizada (Silva e Sasseron, 2023), visto que eles não questionaram nenhum valor.

Os domínios material e conceitual aparecem articulados nos turnos 17 e 32. Entendemos que essa articulação ocorreu por terem problematizado os espectros IV dos compostos a partir de entendimentos conceituais construídos em outros momentos. Em um primeiro momento (turno 17), a partir de um grupo funcional no lupeol. Posteriormente (turno 32), a partir do tipo de ligação entre o carbono e o oxigênio no derivado.

Por ter ocorrido a confirmação da ligação simples ao analisar o espectro, os alunos, no turno seguinte, mobilizaram de forma articulada o domínio epistêmico e material. Isso ocorre ao discutirem e explicarem o porquê de sua hipótese sobre o composto não ser derivado do lupeol está correta, com a argumentação para tal embasada em evidência (turno 32) e representações do material fornecido (espectro do infravermelho e tabelas).

Por fim, como resultado principal, percebemos que os estudantes interagem com os domínios de forma mais articulada ao participarem de uma atividade investigativa. Em outras palavras, a investigação permitiu que os materiais fossem problematizados, os conceitos fossem construídos e as justificativas embasadas em evidências. Ao identificarmos a mobilização dos domínios de forma articulada, conseguimos visualizar as proposições de Silva e Sasseron (2025) sobre a materialidade. Os autores demonstraram que a mobilização do domínio material pode fomentar a mobilização de outros domínios. Em nosso estudo, indicada pela articulação entre os domínios material e epistêmico e material e conceitual. Dessa forma, entendemos que o uso dos materiais precisam ser problematizados, pois possibilita que os estudantes investiguem, avaliem e procurem mais informações sobre eles. Ademais, não visualizamos os domínios apenas de forma articulada, mas também de forma unitária, embora o caráter investigativo do ensino tenha possibilitado a não linearidade da articulação entre os domínios, conforme Lino e Sasseron (2024).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A interação dos estudantes com o domínio material ocorreu especialmente por meio da análise e problematização dos espectros de infravermelho (IV) dos compostos que estavam sob investigação. Os espectros do lupeol e da substância desconhecida funcionaram como o dado bruto que, na ausência de um laboratório físico, substituiu a observação direta dos fenômenos. Isso envolveu a leitura, a identificação das regiões de interesse e a tentativa de correlacionar as bandas observadas no espectro com o derivado do lupeol que era esperado.

A interação com o domínio material se manifestou como mobilização quando os estudantes passaram a utilizar o espectro como objeto central da discussão e da tomada de

decisão do grupo. O espectro não desempenhou um papel passivo, mas se tornou a fonte de evidência que precisava ser compreendida para a caracterização da substância. Portanto, a interação não foi de mera visualização, mas de uso e de interesse do grupo do dado material para a resolução do problema investigativo proposto.

Quando os estudantes problematizaram os espectros, eles não apenas apontaram para as bandas de absorção, mas questionaram o significado da posição e da intensidade dessas bandas, articulando os domínios material e conceitual. Desse modo, a interação foi além do simples manuseio do espectro, mas ocorreu quando os estudantes usaram o entendimento conceitual (frequências de estiramento de grupos funcionais, por exemplo) para interpretar e validar os dados materiais (as bandas no espectro, por exemplo).

Como implicações para o ensino, defendemos que a problematização dos materiais é relevante para aprendizagem dos estudantes, pois pode aproximá-los de aspectos da atividade científica.

AGRADECIMENTOS

A primeira autora agradece à FAPEMIG pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de (org.). (2013) **Ensino de Ciências por Investigação**: condições para implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning.

CARVALHO, A. M. P. (2018) Fundamentos teóricos e metodológicos do ensino por investigação. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 18, n. 3, p. 765-794. DOI: <https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2018183765>.

DE ABREU NASCIMENTO, Luciana; SILVA, Fernando César. (2025) De que social estamos falando?: sentidos de ciências como prática social em pesquisas da área de ensino. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 30, n. 2, p. 269-292, 2025. DOI: 10.22600/1518-8795.ienci/2025v30n2p269. Disponível em: <https://ienci.if.ufrgs.br/index.php/ienci/article/view/4184>.

DE ABREU NASCIMENTO, Luciana; SILVA, Fernando César. (2025) Ensino de Ciências como prática social no Currículo de Referência Mineiro: uma análise da Unidade Ciência e Tecnologia. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, p. e54776, 1-30, 2025. DOI: 10.28976/1984-2686rbpec2025u321350. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/54776>.

DUSCHL, R. A. (2008) Science education in 3 part harmony: balancing conceptual, epistemic and social goals. **Review of Research in Education**, v. 32, p. 268-291.

ERICKSON, F. Qualitative research methods for science education. In: FRASER, B.; TOBIN, K.; MCROBBIE, C. (eds.). **Second International Handbook of Science Education**. Springer International Handbooks of Education, v. 24. Dordrecht: Springer. DOI: https://doi.org/10.1007/978-1-4020-9041-7_93.

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**, v. 20, p. 687-719. DOI: <https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2020u687719>.

LINO, Natan Trovó; SASSERON, Lúcia Helena. (2024) Argumentação em sala de aula e sua relação com os domínios do conhecimento científico. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 41, n. 1, p. 8-35, 2024. DOI: 10.5007/2175-7941.2024.e94798. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/94798>.

MUNFORD, D.; LIMA, M. E. C. C. (2007) Ensinar ciências por investigação: em que estamos de acordo? **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 9, n. 1, p. 89-111. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1983-21172007090107>.

PEDASTE, M.; MÄEOTS, M.; SIIMAN, L. A.; JONG, Ton de; VAN R., SISWA, 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**, v. 14, p. 47-61. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2015.02.003>.

PICKERING, A. (1995) The Mangle of Practice: time, agency and science. Chicago: **University of Chicago Press**.

RAMOS, T. C.; SILVA, F. C.; MENDONÇA, P. C. C. (2025) Epistemic practices created by discursive interactions between pre-service chemistry teachers. **Science & Education**. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11191-025-00661-0>.

RHEINBERGER, H.-J. (1997) **Toward a history of epistemic things**: synthesizing proteins in the test tube. Stanford: Stanford University Press.

SASSERON, Lucia Helena; SILVA, Fernando César; DIAS FERREIRA RIBEIRO, Katia; DE PAULA OROFINO, Rena. (2025) “Na teoria, a prática é outra”: um estudo teórico sobre práticas no ensino de ciências. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 30, n. 2, p. 220-243. DOI: 10.22600/1518-8795.ienci/2025v30n2p220. Disponível em: <https://ienci.if.ufrgs.br/index.php/ienci/article/view/4219>.

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**, v. 27, n. 1, p. 39-51.

SILVA, F. C.; SASSERON, L. H. (2022) Ensino de Ciências como prática social: proposições para analisar processos mediados e sustentados por materiais para construção de entendimentos em sala de aula. In: COUTINHO, Francisco Ângelo; SILVA, Fábio Augusto Rodrigues e; FRANCO, Luiz Gustavo; VIANA, Gabriel

Menezes (org.). **Tendências de Pesquisas para a Educação em Ciências**. 1. ed. São Paulo: Editora Na Raiz. p. 12-32.

SILVA, F. C. S.; SASSERON, L. H. (2023) Entre normas e rotinas da Química Orgânica: o trabalho com os domínios do conhecimento científico. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 25. DOI: 10.1590/1983-21172022240148.

SILVA, F. C.; SASSERON, L. H. (2025) Mobilization of scientific knowledge domains to build epistemic practices among pre-service chemistry teachers. **Science & Education**, v. 34, p. 3915-3958. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11191-024-00607-y>.

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**, v. 23, e34674. DOI: <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**, v. 98, n. 3, p. 487-516. DOI: <https://doi.org/10.1002/sce.21112>.

STROUPE, D. (2015) Describing “science practice” in learning settings. **Science Education**, v. 99, n. 6, p. 1033-1040. DOI: <https://doi.org/10.1002/sce.21191>.

TANG, K. S.; COOPER, B. (2024) The role of materiality in an era of generative Artificial Intelligence. **Science & Education**, v. 34, n. 2, p. 731-746.

ZÔMPERO, A. F.; LABURÚ, C. E. (2011) Atividades investigativas no ensino de ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 13, n. 3, p. 67-80,. Disponível em: <http://www.scielo.br/j/epec/a/9jHzX8Xf7Y7Yh8h9h9h9h9h/>.