

CONHECIMENTOS DOCENTES MOBILIZADOS EM ATIVIDADES INVESTIGATIVAS DE CIÊNCIAS E BIOLOGIA: PROPOSTA DE UM INSTRUMENTO PARA ORGANIZAÇÃO E ANÁLISE DE DADOS

Nathaly Desirrê Andreoli Chiari¹, Andréia de Freitas Zômpero²

¹ Universidade Estadual de Londrina, nathaly.chiari@uel.br

² Universidade Estadual de Londrina, andreiazomp@uel.br

INTRODUÇÃO

O Ensino de Ciências por Investigação (EnCI) é uma abordagem didática que possibilita a inserção e a utilização em sala de aula de práticas inerentes ao trabalho científico como o questionamento, a investigação e a resolução de problemas. Com isso, os estudantes têm a possibilidade de compreender como se dá a construção do conhecimento científico, ao mesmo tempo em que aprendem a respeito de conceitos e teorias científicas (Deboer, 2006; Carvalho, 2013; Sasseron, 2015).

Entretanto, o EnCI é pouco conhecido ou subutilizado por professores, o que pode ser justificado pelo apego a maneiras de se ensinar mais tradicionais (Ratinen *et al.*, 2015). Estudos de Pauletti e Moraes (2021), apontam dificuldades que os professores apresentam ao desenvolverem atividades de investigação com os estudantes, dentre elas estão o pouco conhecimento do conteúdo a ser ensinado e a falta de compreensão de como realizar práticas investigativas. A falta de clareza, por parte dos professores, a respeito de o que significa investigar, implica na proposição de atividades de caráter investigativo que não contemplam as características elementares de uma investigação (Martin-Hansen, 2002; Sodré; Zômpero; Rodrigues, 2024).

Entre os caminhos que levam à superação destas ou de outras dificuldades e desafios, destacam-se as experiências com a abordagem investigativa ainda nas bases da formação de professores, ou seja, durante o curso de licenciatura (Cardoso; Scarpa, 2018; Suart; Marcondes, 2018; Campos; Scarpa, 2018; Coelho; Ambrózio, 2019; Sodré; Zompero; Rodrigues, 2024). A partir de uma aproximação teórica entre a proposta de Pedaste *et al.* (2015) para o EnCI e a perspectiva de Shulman (1987) a respeito das categorias de conhecimentos docentes, é possível estabelecer um estudo teórico referente à mobilização desses conhecimentos pelos professores ao desenvolverem atividades de investigação em sala de aula.

Neste contexto, emerge o questionamento a respeito de como pode ser realizada a sistematização dos conhecimentos docentes mobilizados por professores de Ciências da Natureza ao implementarem atividades investigativas na Educação Básica para uma posterior análise.

Desta forma, o presente trabalho tem como objetivo a apresentação de um instrumento para organização e análise de dados a respeito das categorias de conhecimento docente descritas por

Shulman (1987), que são mobilizadas por professores de Ciências e Biologia, quando implementam atividades investigativas em suas aulas na Educação Básica.

Este instrumento faz parte de uma investigação mais ampla realizada em cursos de formação docente na qual são propostas aproximações entre duas perspectivas teóricas: as categorias de conhecimentos docentes de acordo com Lee Shulman (1987) e a estrutura apresentada por Pedaste *et al.* (2015) para a organização e implementação de atividades investigativas.

A necessidade da construção deste instrumento para organizar e auxiliar na análise dos dados referentes ao ensino por investigação, surgiu após um levantamento na literatura em que não foi encontrado instrumento que permitisse identificar os conhecimentos docentes mobilizados para desenvolver atividades de investigação na perspectiva de Shulman em aulas de Ciências.

A seguir serão apresentadas as perspectivas teóricas que orientaram a construção deste instrumento, bem como os procedimentos metodológicos utilizados nesse processo.

MARCO TEÓRICO

Considerando que a finalidade do instrumento apresentado neste trabalho é a identificação de conhecimentos docentes mobilizados por professores durante a implementação de atividades investigativas, a publicação de Pedaste *et al.* (2015) foi selecionada para fornecer o aporte teórico necessário no que diz respeito à caracterização do EnCI. A partir de uma revisão sistemática da literatura, os autores propõem cinco fases fundamentais para as atividades investigativas, sendo elas a Orientação, na qual ocorre o estímulo à curiosidade a respeito do assunto e se apresenta um desafio de aprendizagem a partir de um problema. A Conceitualização, em que são formuladas questões de pesquisa com base no problema levantado baseadas em teorias e/ou hipóteses a respeito do problema identificado. Na sequência, ocorre a fase de Investigação, que pode ocorrer por Exploração dos materiais (momento em que se planeja e explora os dados disponíveis na literatura, livro didático) ou por Experimentação, caso o problema investigado implicar em um teste empírico. Durante a Investigação, também são interpretados os dados obtidos. Na Conclusão, são elaboradas as conclusões a partir dos dados, compartilha-se as inferências baseadas em testes de hipóteses ou questões de pesquisa elaboradas anteriormente. A Reflexão e as Discussões permeiam todo o processo investigativo. Na conclusão há a comunicação, que diz respeito à apresentação dos resultados das fases ou ciclo completo aos colegas e ao professor, coletando seus *feedbacks* e discutindo com eles, e a Reflexão, que consiste em descrever criticando, avaliando e discutindo todo o ciclo investigativo ou uma fase em específico.

Em cada fase, são esperadas ações dos estudantes que a realizam e do professor que media todo o processo. Para ser capaz de desempenhar este papel de maneira adequada, faz-se

necessário que o docente tenha conhecimentos a respeito não só da abordagem investigativa, mas dos conceitos vinculados à temática da aula, e de como o conhecimento científico é desenvolvido. A partir disso, as ideias de Lee Shulman a respeito dos conhecimentos docentes serviram (não seria servirão?) de base teórica.

Em 1987, Shulman propôs que os conhecimentos docentes podem ser classificados em sete categorias, (1) o conhecimento do conteúdo que é o objeto de ensino do professor, ou seja, aquilo que um professor sabe a respeito dos conceitos e teorias em sua área de formação; (2) o conhecimento pedagógico geral, com especial referência aos princípios e às estratégias mais abrangentes de gestão e organização da sala de aula; (3) o conhecimento do currículo, que diz respeito aos programas voltados ao ensino de assuntos e tópicos específicos em um determinado nível de estudo, bem como à variedade de materiais instrucionais disponíveis; (4) o conhecimento pedagógico do conteúdo relativo ao amálgama específico de conteúdo e pedagogia, que é de domínio exclusivo dos professores; (5) o conhecimento dos aprendizes e suas características; (6) o conhecimento dos contextos educacionais, que engloba desde o funcionamento do grupo ou da sala de aula, passando pela gestão e financiamento dos sistemas educacionais, até as características das comunidades e suas culturas; e (7) o conhecimento dos fins, propósitos e valores da educação, bem como de sua base histórica e filosófica.

De acordo com o Shulman (1987), o conhecimento de conteúdo e o conhecimento pedagógico são importantes, mas que não bastam quando o objetivo é um ensino de qualidade. Um bom professor precisa integrar o conhecimento de conteúdo e pedagógico e transformar aquilo que sabe em formas acessíveis aos seus alunos. Essa combinação foi denominada Conhecimento Pedagógico de Conteúdo (*PCK*, sigla em inglês para *Pedagogical Content Knowledge*), o qual configura-se como o conhecimento profissional específico de professores. A partir dessas ideias, o pesquisador argumenta que “saber matemática é diferente de saber ensinar matemática”.

Em uma entrevista concedida a pesquisadoras brasileiras, Shulman esclarece que “[...] o mesmo conteúdo torna-se diferente, de um ponto de vista cognitivo, a partir do momento em que ele é pensado como algo a ser ensinado” (Born; Prado; Felipe, 2019, p. 11). Essa transformação do conteúdo ocorre por meio de processos de ação e raciocínio pedagógicos que elucidam como os conhecimentos são ativados, articulados e construídos pelo professor durante o processo de ensinar e aprender. Tais processos compõem um ciclo interativo que inclui as etapas de compreensão, transformação, instrução, avaliação, reflexão e o alcance de uma nova compreensão.

Para a elaboração do instrumento que é apresentado neste trabalho, foram elencadas as categorias conhecimento de conteúdo e o PCK, incluindo os processos de ação e raciocínio pedagógicos inerentes ao desenvolvimento do PCK. Essa escolha deve-se ao fato de que, durante a implementação de atividades investigativas, há potencial de mobilização dessas categorias de

conhecimento docente, quando consideradas as expectativas na atuação docente em cada fase do EnCI descrita por Pedaste *et al.* (2015).

METODOLOGIA

Este trabalho consiste em uma pesquisa qualitativa (Minayo, 2009), tendo em vista que se dedica à compreensão dos fenômenos de origem subjetiva que fazem parte do ensino e da aprendizagem.

A construção do instrumento aqui apresentado foi baseada em um estudo prévio, no qual, foram estabelecidos pontos de convergência entre as fases que caracterizam a abordagem investigativa segundo Pedaste *et al.* (2015) e o Conhecimento de Conteúdo e o PCK descritos por Shulman (1987).

Além das aproximações entre estes dois referenciais, também existem correspondências entre os Domínios do Conhecimento Científico, propostos por Duschl (2008) e as fases das atividades investigativas. Essa ideia é discutida por pesquisadores da área de Ensino de Ciências (Furtak *et al.*, 2012; Stroupe, 2015; Franco, Munford, 2020; Bravo-Torija, 2025).

As aproximações entre estas teorizações resultaram na estrutura do material aqui apresentado. Os domínios do Conhecimento Científico (Duschl, 2008) foram considerados os elementos mais amplos, sendo contemplados ao longo de todo processo investigativo. Na medida que o professor conduz a atividade de investigação, passando pelas fases de Orientação, Conceitualização, Investigação, Conclusão, ele mobiliza o Conhecimento de Conteúdo e o PCK, o qual é construído a partir de processos de Ação e Raciocínio Pedagógicos realizados pelo professor (Shulman, 1987).

No levantamento realizado na literatura, foram encontrados dois instrumentos utilizados amplamente em trabalhos acadêmicos a respeito dos conhecimentos docentes CoRe (Representação do Conteúdo) (Loughran; Berry; Mulhall, 2004) e o PaP-eR (Repertório de experiência Pedagógica e Profissional) (Loughran *et al.*, 2001). Porém, esses instrumentos não são específicos para situações que envolvem a mobilização destes conhecimentos no contexto do EnCI.

A validação deste instrumento ocorreu durante sua apresentação em reuniões do Grupo de Estudos “Ensino Aprendizagem e Educação Científica”. Além disso, foi realizada uma reunião com um professor pesquisador da área de formação de professores de Biologia, que analisou o instrumento e deu suas contribuições. Outro momento dedicado à validação do instrumento foi o estudo piloto, o qual também contribui com seu aprimoramento e garantia do rigor, confiabilidade e adaptação do estudo antes da investigação principal.

O estudo piloto consistiu na observação da regência de aulas de uma Sequência Didática Investigativa realizada por uma professora pesquisadora da área de Ensino. As aulas de Ciências

foram ministradas em três turmas de 6º ano do Ensino Fundamental em uma escola estadual na cidade de Londrina.

Após a validação e o estudo piloto, foi possível verificar a pertinência dos elementos do instrumento para a identificação dos conhecimentos docentes mobilizados durante a implementação de atividades investigativas. Também foram realizados ajustes nos campos destinados às anotações do pesquisador, de modo que a organização dos dados facilitasse a posterior análise e discussão. Na próxima seção, apresenta-se o instrumento elaborado com os ajustes realizados após validação.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O instrumento está organizado em colunas em linhas. A primeira coluna diz respeito aos Domínios do Conhecimento Científico propostos por Duschl (2008), são eles o Conceitual, o Epistêmico e o Social. Entendemos que estes domínios são os elementos teóricos mais abrangentes aqui discutidos, por isso foram alocados na coluna inicial.

A segunda coluna traz as fases do Ensino por Investigação conforme o que é proposto por Pedaste *et al.* (2015), sendo elas: Orientação, Conceitualização, Investigação, Conclusão e Discussão. Optamos por seguir esta ordem tendo em vista que é a sequência cronológica normalmente utilizada em atividades de EnCI, o que pode facilitar a tomada de dados durante as observações.

A terceira coluna contempla algumas das categorias de conhecimento docente de acordo com Shulman (1987), sendo que as categorias elencadas para integrar o instrumento foram o Conhecimento de Conteúdo e o PCK. Este segundo foi subdividido de acordo com os Processos de Ação e Raciocínio Pedagógico que levam à sua construção. São eles a Compreensão, a Transformação – subdividida em Representação, Seleção e Adaptação – a Instrução, a Avaliação e a Reflexão.

As três últimas colunas são destinadas às anotações do pesquisador realizadas durante a observação das regências quando as atividades investigativas são implementadas. No campo “Presente/Ausente”, registra-se a presença ou ausência de indícios de mobilização de uma categoria de conhecimento docente naquele momento da aula. O item “Fala/atitude do participante”, deve ser completado com falas e/ou atitudes do professor regente que demonstrem a mobilização de uma categoria de conhecimento docente. Cabe ao pesquisador inserir no campo “Justificativa”, argumentos que expliquem a essa alocação. O instrumento com os campos indicados é apresentado na figura 1.

Figura 1. Instrumento para identificação de conhecimentos docentes mobilizados durante atividades de EnCI.

Domínio do Conhecimento Científico (Duschl)	Fase do Ensino por Investigação (Pedaste <i>et al.</i>)	Categoria de Conhecimento Docente (Shulman)	Presente (P) Ausente (A)	Fala/ atitude do participante	Justificativa
Domínio Conceitual	Orientação	Conhecimento de Conteúdo			
		PCK - Processos de Ação e Raciocínio Pedagógicos			
		Compreensão			
		Transformação			
		Representação			
		Instrução			
		Reflexão			

Domínio do Conhecimento Científico (Duschl)	Fase do Ensino por Investigação (Pedaste <i>et al.</i>)	Categoria de Conhecimento Docente (Shulman)	Presente (P) Ausente (A)	Fala/ atitude do participante	Justificativa
Domínio Epistêmico	Conceitualização	Conhecimento de Conteúdo			
		PCK - Processos de Ação e Raciocínio Pedagógicos			
		Transformação			
		Representação			
		Instrução			
		Reflexão			
	Investigação	Conhecimento de Conteúdo			
		PCK - Processos de Ação e Raciocínio Pedagógicos			
		Transformação			
		Seleção			
		Adaptação			
		Instrução			
		Reflexão			
	Conclusão	Conhecimento de Conteúdo			
		PCK - Processos de Ação e Raciocínio Pedagógicos			
		Instrução			
		Avaliação			
		Reflexão			

Domínio do Conhecimento Científico (Duschl)	Fase do Ensino por Investigação (Pedaste <i>et al.</i>)	Categoria de Conhecimento Docente (Shulman)	Presente (P) Ausente (A)	Fala/atitude do participante	Justificativa
Domínio Social	Discussão	Conhecimento de Conteúdo			
		PCK - Processos de Ação e Raciocínio Pedagógicos			
		Instrução			
		Avaliação			
		Reflexão			

Fonte: Autoria nossa.

Nas linhas referentes ao Conhecimento de Conteúdo, podem ser descritas falas e/ou atitudes em que, durante as diferentes fases do EnCI, o professor expressa conhecimentos de conceitos e teorias específicos de sua área de formação. O campo da Compreensão, é destinado aos indícios de como o professor compreende os propósitos, as estruturas do conteúdo, e os conceitos não só de área de formação do professor (Shulman,1987). A Transformação requer uma combinação de processos para que o conteúdo se torne acessível ao aluno e isso compreende (Shulman,1987), por exemplo, a escolha entre realizar uma investigação empírica ou em materiais previamente selecionados. A Instrução compreende o desempenho observável de vários atos de ensino (Shulman, 1987), nesses campos, podem ser incluídos, momentos em que o professor organiza e gerencia a sala de aula, apresenta explicações claras, atribui tarefas e interage com os

estudantes por meio de perguntas, resposta e outras ações. A Avaliação ocorre nos momentos em que o professor realiza a verificação imediata da compreensão e mal-entendidos dos estudantes, possibilitando o ensino. Na Reflexão, o professor revisita a aula, suas emoções e realizações. Assim, ocorre a aprendizagem por experiência (Shulman, 1987).

Vale ressaltar que a prática docente é complexa e multifacetada, e, embora o instrumento possibilite identificar diferentes categorias de conhecimento docente mobilizados em fases específicas do EnCI, isso não é engessado e estanque.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após os encaminhamentos já descritos, é possível inferir que o instrumento apresentado neste trabalho é pertinente e adequado para organização dos indícios da mobilização dos conhecimentos docentes descritos por Shulman no contexto do EnCI.

O instrumento em questão facilita a organização e a análise de dados oriundos da observação da implementação de atividades investigativas, e pode proporcionar o processo de pesquisa mais sistemático e rigoroso. Deste modo, consideramos uma contribuição para literatura da área ao oferecer um meio específico para auxiliar na análise do desenvolvimento dos conhecimentos docentes no contexto do EnCI. Ao subdividir o PCK em seus Processos de Ação e Raciocínio Pedagógico, o instrumento permite analisar a ação docente a partir da perspectiva de como os conhecimentos docentes são desenvolvidos.

Em futuros estudos, o instrumento pode ser um meio de evidenciar como o contato dos professores com o EnCI contribui com o desenvolvimento de seus conhecimentos docentes. Além disso, pode ser utilizada para promover a reflexão e autoavaliação em cursos de formação inicial ou em serviço. Isso porque sua estrutura possibilita visualizar os conhecimentos mobilizados e possibilita aos professores formadores condições de planejarem intervenções mais direcionadas às necessidades pedagógicas específicas do EnCI.

AGRADECIMENTOS

À Capes, pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BORN, M. F.; PRADO, D. P.; FELIPPE, M. L. E. M. Entrevista com Lee Shulman: o que o professor precisa saber para ensinar? **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 19, n. 3, p. 11-28, 2019.

BRAVO TORIJA, B. Enseñanza basada en la Indagación: Una propuesta de formación para el futuro profesorado de Educación Secundaria. **Revista Pensadero: Conocimiento Docente**, [S.l.], v. 3, p. 65-83, 2025

CAMPOS, L. M.; SCARPA, D. V. A formação de professores para o ensino de ciências por investigação: o que dizem os estudos. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 18, n. 3, p. 775-802, 2018.

CARDOSO, L. B.; SCARPA, D. V. O ensino de ciências por investigação: o que dizem os professores. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 18, n. 2, p. 439-467, 2018.

CARVALHO, A. M. P. O ensino de ciências por investigação. **Ensino de Ciências por Investigação: Condições para a Implementação em Sala de Aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2013. p. 1-19.

COELHO, J. L. L.; AMBRÓZIO, A. M. A formação inicial de professores de ciências e o ensino por investigação: uma revisão sistemática. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 19, n. 3, p. 759-786, 2019.

DEBOER, G. E. Historical perspectives on inquiry in science teaching. In: FLICK, L. B.; LEDERMAN, N. G. (Eds.). **Scientific Inquiry and Nature of Science: Implications for Teaching, Learning, and Teacher Education**. Dordrecht: Springer, 2006. p. 17-37.

DUSCHL, R. A. Science education in three-part harmony: balancing conceptual, epistemic, and social learning goals. **Review of Research in Education**, Thousand Oaks, v. 32, n. 1, p. 268-291, 2008.

FRANCO, L. G.; MUNFORD, D. O papel da argumentação na promoção de objetivos conceituais, epistêmicos e sociais no ensino de ciências. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 20, n. 2, p. 385-414, 2020.

FURTAK, E. M. et al. Linking a conceptual framework for scientific knowledge to student performance on inquiry tasks. **Journal of Research in Science Teaching**, Hoboken, v. 49, n. 7, p. 931-957, 2012.

LOUGHRAN, J. et al. Documenting science teachers' pedagogical content knowledge through PaP-eRs. **Research in Science Education**, Dordrecht, v. 31, n. 2, p. 289-307, jun. 2001.

LOUGHRAN, J.; MULHALL, P.; BERRY, A. In search of pedagogical content knowledge in science: Developing ways of articulating and documenting professional practice. **Journal of Research in Science Teaching**, Hoboken, v. 41, n. 4, p. 370-391, abr. 2004

MARTIN-HANSEN, L. Defining inquiry: three forms of inquiry in science. **The Science Teacher**, Arlington, v. 69, n. 2, p. 34-37, 2002.

MINAYO, M. C. S. **O desafio do conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde**. 11. ed. São Paulo: Hucitec, 2009.

PAULETTI, L. M.; MORAIS, A. G. O ensino de ciências por investigação: dificuldades e desafios na prática docente. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 21, n. 1, p. 1-28, 2021.

PEDASTE, M. et al. Phases of inquiry-based learning: definitions and the inquiry cycle. **Educational Research Review**, Amsterdam, v. 14, p. 47-61, 2015.

RATINEN, I. et al. Teacher knowledge of inquiry-based learning in science education. **Journal of Science Teacher Education**, Dordrecht, v. 26, n. 4, p. 395-414, 2015.

SASSERON, L. H. Ensino de ciências por investigação: a importância da argumentação. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 15, n. 3, p. 773-792, 2015.

SHULMAN, L. S. Knowledge and teaching: foundations of the new reform. **Harvard Educational Review**, Cambridge, v. 57, n. 1, p. 1-22, 1987.

SODRÉ, J. S.; ZOMPERO, A. F.; RODRIGUES, I. T. Análise de atividades de investigação produzidas por licenciandos em Ciências Biológicas: implicações para formação docente. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, Belo Horizonte, v. 26, p. e49560, 2024.

STROUPE, D. M. The role of the epistemic in scientific practice and science education. **Science Education**, Hoboken, v. 99, n. 5, p. 867-889, 2015.

SUART, R. C.; MARCONDES, M. E. R. O ensino por investigação na formação inicial de professores de química: uma análise das produções científicas. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 40, n. 4, p. 320-329, 2018.