

A mobilização do conhecimento pedagógico do conteúdo de professores de Física a partir da construção de sequências didáticas sobre a Natureza da Ciência

The mobilization of preservice physics teacher pedagogical content knowledge based on the construction of didactic sequences on the Nature of Science

Boniek Venceslau da Cruz Silva

Universidade Federal do Piauí

Grupo de Estudos e Pesquisas em Educação, Ciência e Cultura do Piauí
boniek@ufpi.edu.br

Resumo

Questões referentes ao “como ensinar” conteúdos metacientíficos são recorrentes na área de Ensino de Ciências. Embora, elas datem algumas décadas, as relações entre eles e os conhecimentos pedagógicos relacionados ao seu ensino são incertas até hoje. Neste trabalho, compreendemos que a noção de conhecimento pedagógico do conteúdo (Pedagogical Content Knowledge - PCK) de Shulman (1986; 1987) pode servir como ferramenta de interpretação deste processo de transformação de conteúdos metacientíficos em conhecimentos ensináveis na sala de aula. Assim, buscamos compreender como futuros professores de Física desenvolvem os seus PCK, referente à temática Natureza da Ciência (NdC), o que chamamos de PCK/NdC, durante o processo de construção de sequências didáticas. Como primeiros resultados, destacamos que no processo de construção das sequências didáticas afloram com maior destaque conhecimentos relacionados ao currículo e as estratégias didáticas. Mas, por fim, notamos que para um PCK/NdC sólido, o conhecimento dos conteúdos metacientíficos é de suma importância.

Palavras chave: Natureza da Ciência, Conhecimento Pedagógico do Conteúdo, Sequências didáticas.

Abstract

Questions regarding “how to teach” meta-scientific content are recurrent in the area of Science Education. Although they date back a few decades, the relationship between them and the pedagogical knowledge related to their teaching is still uncertain today. In this work, we understand that the notion of Pedagogical Content Knowledge (PCK) by Shulman (1986; 1987) can serve as a tool for interpreting this process of transforming meta-scientific content into teachable knowledge in the classroom. Thus, we seek to understand how future physics teachers develop their PCK, referring to the Nature of Science (NOS) theme, which we call PCK / NOS, during the process of building didactic sequences (DS). As first results, we highlight that in the process of construction of DS, knowledge related to the curriculum and

didactic strategies emerges with greater prominence. But, finally, we note that for a solid PCK / NOS, knowledge of meta-scientific content is very importance.

Key words: Nature of Science, Pedagogical Content Knowledge, Didactic Sequences.

Introdução

Compreender o pensamento do professor e como ele transforma os conhecimentos de conteúdos adquiridos em conteúdos ensináveis para a Educação Básica sempre foi o foco de pesquisas na formação de professores, de forma geral, e na formação de professores de Ciências, de forma específica. Na literatura, podemos encontrar diferentes lentes teóricas para interpretar esse processo. Neste trabalho, iremos apresentamos uma delas, a saber, o conhecimento pedagógico do conteúdo (PCK, em inglês), proposto por Lee Shulman, por volta da década de 80, do século passado.

Para o pesquisador, o PCK¹ é o amálgama entre o conteúdo e a pedagogia, surgindo, principalmente da transformação de conhecimentos do conteúdo, pedagógico e do contexto (SHULMAN, 1986; 1987). Como qualquer constructo, o PCK vem sofrendo alterações durante o tempo, surgindo diferentes modelos, como, por exemplo, os de Grossman (1990) e de Magnusson, Borko e Krajcik (1999), este último específico para o ensino de Ciências.

Para Grossman (1990), ele é o resultado da transformação de conhecimentos do contexto, conteúdo e pedagógico. Magnusson, Borko e Krajcik (1999) definem o PCK como a transformação de vários conhecimentos para ensinar, incluindo o conhecimento particular dos tópicos, problemas, como os métodos de ensino podem ser organizados, representados e adaptados para diversos interesses de aprendizes e como são apresentados para a sua instrução. Embora, após 30 anos da proposição de Shulman, conforme destaca Kind (2009), as pesquisas sobre o PCK são centradas, geralmente, em investigações direcionadas à definição do termo, deixando de lado o aprofundamento em algumas críticas relacionadas à sua natureza.

Nesse sentido, Crispim (2016) busca preencher algumas lacunas apresentadas, como, por exemplo, como se dá o desenvolvimento do PCK de professores na formação inicial. A pesquisadora investigou como ocorre o desenvolvimento do PCK de futuros professores de Química durante o processo de construção de sequências didáticas. Tomando como base a proposta da investigadora, neste trabalho, buscamos compreender como se dá o desenvolvimento do PCK, referente à temática Natureza da Ciência (PCK/NdC), de futuros professores de Física, de uma universidade pública brasileira, matriculados em uma disciplina de Evolução Histórica da Física, quando constroem sequências didáticas que visam o ensino de conteúdos metacientíficos².

¹Uma discussão mais aprofundada sobre o PCK, com ênfase nas suas características, críticas e implicações para o ensino de Ciências é feita em (Silva, 2018).

² Uma discussão aprofundada sobre o que são conteúdos metacientíficos e suas relações com o ensino de Ciências é encontrada em Martins (2015).

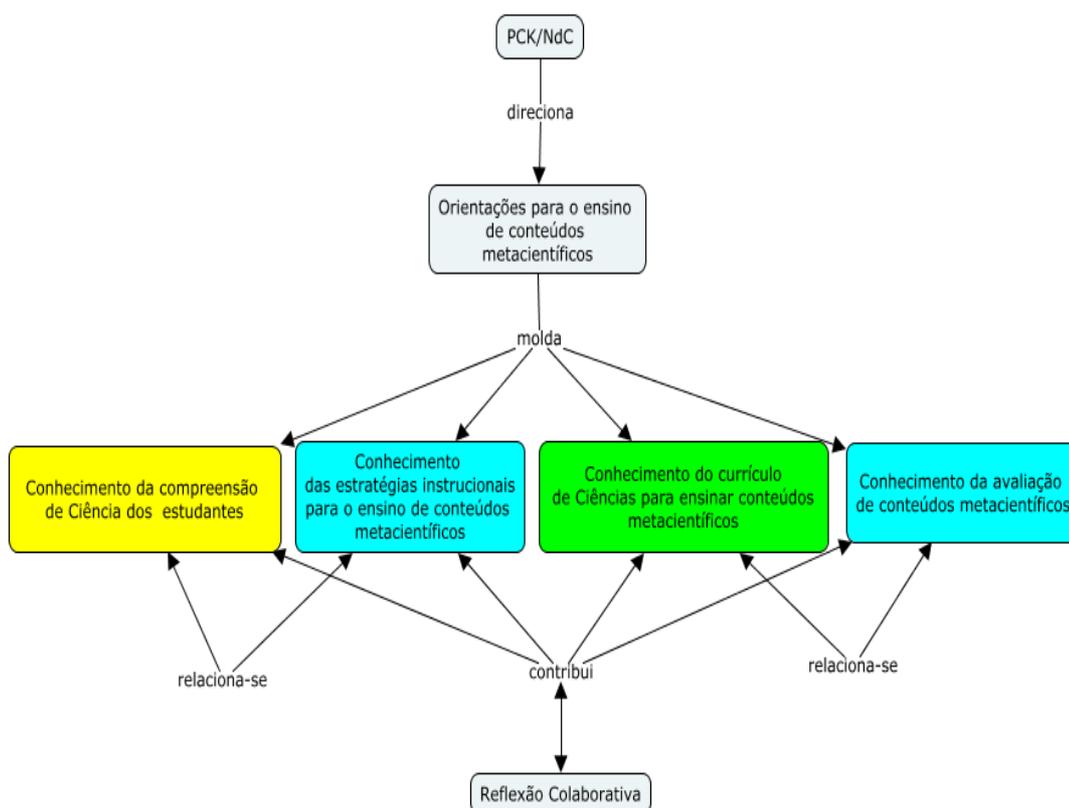
PCK/NdC: o que é? Como “acessa-lo!”

Nos seus estudos sobre a Natureza da Ciência (NdC), Lederman (2007) já sinalizava sobre a possibilidade do PCK servir como uma lente de compreensão do como o professor de Ciências transforma os conhecimentos de conteúdos metacientíficos em conteúdos ensináveis para seu ensino. O autor já alertava que as relações entre as compreensões desses conteúdos e o domínio pedagógico são incertas, o que vai ao encontro de Martins (2015), o qual sinalizou, anos depois, que questões relacionadas ao “como ensinar conteúdos metacientíficos” devem ser mais investigadas.

Mesmo assim, é possível observar algumas investigações relacionadas ao PCK/NdC, como, por exemplo, Schwartz e Lederman (2002) estudaram professores iniciantes e argumentaram que o entendimento de conteúdos metacientíficos e suas conexões com outros saberes afetam às relações de ensino e aprendizagem.

Embora Schwartz e Lederman (2002) descrevam um estudo sobre o PCK/NdC, Hanuscin, Lee e Akerson (2010) chamam a atenção para a escassez de pesquisas sobre a origem, natureza e desenvolvimento do PCK/NdC. Buscando preencher algumas lacunas neste sentido, Silva (2018) propõe um modelo de avaliação do PCK/NdC para futuros professores de Física, buscando investigar a natureza do seu desenvolvimento e as relações existentes entre os conhecimentos que lhe dão suporte. O modelo é apresentado na figura 1.

Figura 1: Modelo avaliativo de PCK/NdC de futuros professores de Física



Fonte: [Silva, 2018]

No quadro 1, fazemos uma síntese dos componentes que compõem o modelo.

Quadro 1: Componentes do PCK/NdC

Conhecimento relacionado ao PCK/NdC	Descrição sucinta
Conhecimento da compreensão de Ciência dos estudantes	Configuram-se como os conhecimentos dos professores sobre a compreensão dos estudantes sobre a Ciência, conhecimentos prévios e dificuldades de aprendizagem relacionadas aos conhecimentos metacientíficos.
Conhecimento das estratégias instrucionais para o ensino de conteúdos metacientíficos	Diz respeito ao conhecimento de estratégias didáticas relacionadas aos conhecimentos metacientíficos, principalmente suas potencialidades e dificuldades de inserção.
Conhecimento do currículo de Ciências para ensinar conteúdos metacientíficos	Este componente compreende o conhecimento que os professores necessitam possuir sobre as metas e objetivos de aprendizagens dos alunos em relação aos conhecimentos metacientíficos que desejam lecionar.
Conhecimento da avaliação de conteúdos metacientíficos	Ele constitui-se como os elementos de metodologias de avaliação das aprendizagens de conhecimentos metacientíficos, que são aprendidos e vivenciados pelos futuros professores de Física na sua formação inicial. Nele, ele encontra exemplos e orientações de propostas de avaliação específicas para a situação, decorrentes, principalmente de experiências formativas.
Orientações para o ensino de conteúdos metacientíficos	Ele se configura como um caminho geral para o professor de Ciências/Física que pretende inserir conteúdos metacientíficos na sua sala de aula. Este constructo serve como um guia, pois molda todos os conhecimentos efetivos que englobam o PCK/NdC.
Reflexão Colaborativa	Configura-se como um elemento central, pois possibilita, ao futuro professor de Ciências/Física, principalmente diante de dilemas e situações problemáticas de ensino-aprendizagem, uma tomada de decisão que contribui, por exemplo, para as escolhas curriculares e metodológicas para a elaboração de estratégias didáticas.

Fonte: [Silva, 2018]

No próximo tópico, apresentamos nossa metodologia de pesquisas do trabalho.

Desenho do estudo: objetivos, participantes, instrumentos de coleta de dados e processo de construção das sequências didáticas

O estudo, de natureza qualitativa, foi desenvolvido com 9 (nove) discentes do curso de licenciatura em Física, os quais receberam nomes fictícios para esta pesquisa. A investigação ocorreu em uma disciplina, que tinha por objetivo a discussão de conteúdos históricos e epistemológicos e, conseqüentemente, a elaboração de propostas didáticas para o ensino médio.

De forma específica, o que apresentamos aqui é um recorte de uma pesquisa maior (Silva, 2018), a qual buscou investigar como se dá o processo de desenvolvimento do PCK/NdC, em futuros professores de Física, quando são submetidos a produzir variadas

estratégias didáticas de com aspectos histórico-epistemológico da Física para o ensino médio. Na que relatamos, aqui, buscamos a resposta para a seguinte questão: “*Como o processo de construção de sequências didáticas podem contribuir na mobilização do PCK/NdC de futuros professores de Física, principalmente quando são incentivados a utilizarem como pano de fundo conteúdos históricos, físicos e epistemológicos relacionados entre si?*”

Assim, na busca de respostas para nosso objetivo, utilizamos dos seguintes instrumentos de coleta de dados: questionário de análise da sequência didática (QASD³), entrevista (EN) e de excertos das próprias sequências didáticas (SD) produzidas pelos participantes.

Os dados foram analisados à luz da análise de conteúdo de Bardin (2009). Como categorias básicas, utilizamos o modelo de avaliação do PCK/NdC, proposto na tese de doutoramento de (Silva, 2018). E, a partir delas, foram surgindo as demais subcategorias da pesquisa. No próximo tópico, faremos a análise dos dados.

A construção da sequência didática e os primeiros indícios do desenvolvimento do PCK/NdC

Acreditamos que compreender os conhecimentos que influenciam no processo de produção das sequências didáticas dos participantes potencializa entender a mobilização dos seus próprios PCK/NdC. Dialogaremos com a proposta de (Silva, 2018), que oportuniza, no seu modelo avaliativo de PCK/NdC alguns elementos para a compreensão deste processo.

Começaremos nossa discussão pela subcategoria *focos de aprendizagem de conteúdos metacientíficos*, a qual surgiu, a partir do nosso corpus de análise, da categoria mais geral *Conhecimento do currículo de Ciências para ensinar conteúdos metacientíficos*.

Assim, nas falas de Ana e Paulo percebemos dificuldades relacionadas às leituras e interpretação dos textos produzidos nas sequências didáticas (SD), principalmente os históricos. Já para José, caso os textos fossem de linguagem acessível aos estudantes, atreladas às explicações do professor, não surgiriam dificuldades na compreensão dos conteúdos. Outros participantes, como Miguel, atrelam dificuldades relacionadas aos conceitos físicos, no seu caso, em especial, o conceito de refração na produção de textos históricos para a SD.

Ana: [...] Eu acho que é a produção dos textos históricos gerou dificuldades para mim. Se eu tive esses problemas na construção, não sei se o texto pode focar na aprendizagem do conceito de Ciência que tentei trabalhar. Preciso de mais leituras de História da Física para produzir algo melhor (QASD).

Paulo: [...] O meu foco no texto para a minha sequência didática foi a interpretação do que acontecia no contexto da época do cientista. Mas, acho que os alunos não vão compreender esta parte porque não estão acostumados com esse tipo de leitura nas minhas aulas (QASD).

José: [...] Professor, eu fiz o texto, acho que vai ser interessante. Mas, tive dificuldade na linguagem para os estudantes do ensino médio. Acho que o foco de trabalho no que é a Ciência foi complexo (QASD).

Como notado, os participantes não aprofundam muito sobre possíveis dificuldades de aprendizagem dos seus futuros estudantes no processo de elaboração de suas sequências didáticas. Este fato pode denotar pouco conhecimento dos próprios conteúdos metacientíficos e, por exemplo, da imagem que estudantes fazem da Ciência e do cientista. Uma das possíveis

³O questionário e a entrevista podem ser encontrados em (Silva, 2018).

causas pode se relacionar ao ineditismo da discussão com o grupo e a pouca experiência prática, ou seja, em sala de aula, dos participantes.

Sobre os objetivos do *ensino de conteúdos metacientíficos*, no quadro 2, mostramos os objetivos retirados do questionário de análise da sequência didática (QASD), respondidos durante o processo de elaboração das sequências didáticas elaboradas pelos participantes e as próprias sequências didáticas produzidas.

Quadro 2: Relações entre os objetivos de ensino de conteúdos metacientíficos no QASD e SD

Participante	Objetivo no QASD	Objetivo na SD
José	<i>Pretendia que os alunos fossem capazes de aprender como a eletricidade foi capaz, por meio de suas descobertas, modificar a cultura, a política e a economia de uma sociedade numa certa época.</i>	1. Compreender a construção do conhecimento físico como um processo histórico, em relação com as condições sociais, políticas e econômicas de uma determinada época. 2. Aplicar um ensino contextualizado e através dele despertar o desejo dos alunos em aprender Física.
Paulo	<i>Os processos por trás de um trabalho científico e como os fatores podem influenciar na construção de uma teoria.</i>	1. Compreender como o processo de construção do conhecimento ocorre. 2. Entender que a cultura científica se assemelha e interage com a cultura geral de forma intensa. 3. Desenvolver uma conduta reflexiva e questionadora sobre temas científicos.
Ana	<i>Que os estudantes compreendam que por trás de um assunto existe uma história, na qual houve muitos envolvidos para consolidar as leis que hoje sabemos.</i>	1. Familiarizar-se com o método científico, através da análise e interpretação de textos históricos e produção de texto paradidático. 2. Aprimorar as noções de Óptica por meio da realização de diferentes atividades. 3. Compreender as aplicações dos conteúdos de Óptica no cotidiano para utilizá-los na resolução de situações-problema.
Miguel	<i>Passar o mínimo conteúdo de Óptica e introduzir o contexto em uma aplicação diária para facilita o entendimento.</i>	Apresentar o fenômeno da reflexão total e as condições para a sua ocorrência e demonstrá-los através de uma experiência simples.

Fonte: O autor.

O próximo ponto, investigado nas SD, diz respeito aos relatos dos processos de elaboração das estratégias didáticas de conteúdos metacientíficos, principalmente as dificuldades encontradas na caminhada dos participantes. Acreditamos que conhecer as intempéries do transcurso possibilita compreender como se dá o desenvolvimento do *conhecimento das estratégias instrucionais para o ensino de conteúdos metacientíficos* em futuros professores de Física, bem como fatores que podem impulsioná-lo, como é destacado por (Silva, 2018), na sua tese de doutoramento. Assim, começamos destacando as dificuldades encontradas pelos participantes na elaboração de suas sequências didáticas, conforme mostrado no quadro 3.

Quadro 3: Dificuldades na elaboração das SD

Participante	Dificuldade
Miguel	Transposição dos conteúdos físicos do ensino superior para o ensino médio.
José	Possível falta de interesse dos seus estudantes em desenvolver as atividades.
Paulo	Dificuldade de construção do texto didático, principalmente em relação às fontes bibliográficas.
Ana	Dificuldade em relacionar aspectos da NdC com recortes da História da Ciência.
Lucas	Pouco tempo para aulas de Física.
Pedro	Dificuldade em relacionar aspectos da NdC com recortes da História da Ciência.
Diego	Dificuldade de construção do texto didático, principalmente em relação às fontes bibliográficas.
Lúcia	Pouco tempo para aulas de Física.
Ricardo	Possível falta de interesse dos seus estudantes nas aulas com características histórico-filosóficas.

Fonte: Elaborado pelo autor

Com base no quadro 3, buscando um melhor detalhamento, notamos que as dificuldades são de variadas ordens, por exemplo:

1. Transposição didática

Na fala de Miguel notamos esta preocupação. Entretanto, o participante mostra maiores inquietações na transposição do conteúdo físico, não fazendo maiores relações com conteúdos metacientíficos, foco da pesquisa.

2. Possível falta de interesse dos estudantes

Essa dificuldade foi perceptível em José. Ao longo do planejamento da SD, notamos a preocupação do participante em elaborar propostas que buscassem caracterizar os seus futuros estudantes, no sentido de acessar os seus interesses e, principalmente, a sua aceitação, como observado na sua fala:

José: “[...] Também foi planejado como essas atividades serão trabalhadas e o que terei como resposta dos alunos. Além disso, foram escolhidas as formas de avaliar os alunos mais de acordo com o seu nível e, também, por fim, colocar uma duração para trabalhar o conteúdo escolhido; nesse caso, eletrostática, de forma a tirar todas as dúvidas dos alunos e responder o que o aluno busca adquirir de conhecimento.” (QASD, grifo nosso).

3. Dificuldade de construção do texto didático (histórico)

Paulo e Diego relatam como principal dificuldade da construção das suas sequências didáticas, a escassez de fontes bibliográficas confiáveis e adequadas. Este problema é destacado pelos participantes da pesquisa de Martins (2007). Nela, o investigador relata a falta de material didático adequado e a pouca presença desse tipo de conteúdo nos livros existentes como mais um empecilho.

As dificuldades de Paulo e Diego convergem com alguns obstáculos destacados por Forato (2009), principalmente no que diz respeito à seleção dos conteúdos históricos e inadequação dos trabalhos históricos especializados. Embora relatem dificuldades no uso de textos históricos, os participantes destacam a sua efetividade na sala de aula, principalmente no que diz respeito ao ensino de conteúdos metacientíficos.

Tomando como base a análise das SD, reforçamos o argumento de Crispim (2016), a qual argumenta sobre a relevância da proposição das SD como forma de acessar elementos da mobilização de PCK de futuros professores. Na nossa pesquisa, em especial, evidenciamos que as SD a potencializam, dando destaque aos conhecimentos das estratégias instrucionais para o ensino de conteúdos metacientíficos. No próximo tópico, apresentamos as considerações finais do nosso trabalho.

Considerações finais

O estudo desenvolvido aponta para alguns conhecimentos que são fundamentais para um melhor desenvolvimento do PCK/NdC de futuros professores de Física. Embora, (Silva, 2018) sinalize outros conhecimentos importantes para o desenvolvimento do PCK/NdC, conforme pode ser visto na figura 1, na nossa investigação notamos que o processo de construção de sequências didáticas potencializam a melhor construção de conhecimentos relacionados aos currículos e as estratégias didáticas de professores que se propõe a tal tarefa.

Assim, compreendemos que a elaboração de sequências didáticas, com objetivo de ensino de conteúdos metacientíficos, pode sinalizar elementos que ajudam a entender o desenvolvimento do PCK/NdC dos futuros professores de Física. Na mesma direção, Crispim (2016) argumenta a possibilidade de mobilização de conhecimentos da base, que formam o PCK ainda na formação inicial, durante o processo de construção de sequências didáticas.

Portanto, conhecendo as dificuldades, problemas e dilemas dos futuros professores ao construir as SD podemos compreender aspectos que sinalizam para a mobilização do PCK/NdC.

Referências

- CRISPIM, C. V. **O conhecimento pedagógico do conteúdo de licenciando em Química: uma experiência baseada na produção de sequências didáticas**. 2016. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências), Universidade Estadual de Santa Cruz, 2016.
- FORATO, T. C. M. **A Natureza da Ciência como saber escolar: um estudo caso a partir da história da luz**. 2009. Tese de Doutorado apresentada à Faculdade de Educação da USP, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- GROSSMAN, P. L. **The making of a teacher: teacher knowledge and teacher education**. New York: Teachers College Press, 1990.
- HANUSCIN, D. L.; LEE, M. H.; AKERSON, V. L. Elementary teachers' pedagogical content knowledge for teaching the nature of science. **Science Teacher Education**, v. 95, n. 1, p. 145-167, 2010.
- LEDERMAN, N. G. Nature of Science: past, present and future. In: Abell, S.K (Org); Lederman, N.G (Org). **Handbook of research of Science Education**. Mahwal: Lawrence Erlball Associates, p.881-880, 2007.
- MAGNUSSON, S.; KRAJCIK, J.; BORKO, H. **Nature, sources, and development of pedagogical content knowledge for science teaching**. In: Examining pedagogical content knowledge. Springer Netherlands, 1999. p. 95-132.

MARTINS, A. F. P. Natureza da Ciência no ensino de ciências: uma proposta baseada em “temas” e “questões”. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 32, n. 3, p. 703-737, 2015.

SILVA, B. V. C. **O desenvolvimento do conhecimento pedagógico do conteúdo referente à temática natureza da ciência na formação inicial de professores de Física**. 2018. Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática. Centro de Ciências Exatas e da Terra, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal.

SHULMAN, L. S Those who understand: Knowledge growth in teaching. **Educational Researcher**, p. 4-14, 1986.

_____. Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. **Harvard Education Review**, v. 57, n. 1, p. 1-23, 1987.