

# **O DESENVOLVIMENTO DO CONHECIMENTO PEDAGÓGICO DO CONTEÚDO REFERENTE À TEMÁTICA NATUREZA DA CIÊNCIA: A INFLUÊNCIA DO CONHECIMENTO DA COMPREENSÃO DE CIÊNCIA DOS ESTUDANTES**

## **THE DEVELOPMENT OF THE PEDAGOGICAL CONTENT KNOWLEDGE CONCERNING THE THEME NATURE OF SCIENCE: THE INFLUENCE OF STUDENT'S UNDERSTANDING KNOWLEDGE OF SCIENCE**

**Boniek Venceslau da Cruz Silva**

Universidade Federal do Piauí  
boniek@ufpi.edu.br

**André Ferrer P. Martins**

Universidade Federal do Rio Grande do Norte  
andre.ferrer@pq.cnpq.br

### **Resumo**

Uma das perguntas que rege as pesquisas em ensino de Ciências, no geral, e, em específico, na linha que envolve História, Filosofia e Sociologia da Ciência no Ensino de Física, diz respeito a como o professor de Física transforma os seus conhecimentos metacientíficos, que ele deve (ou deveria) adquirir na sua formação, em conhecimentos compreensíveis para os alunos da Educação Básica. Esse trabalho tem por base um estudo de caso mais amplo com nove futuros professores de Física, matriculados em um curso de licenciatura em Física de uma instituição pública brasileira, o qual objetivou compreender quais conhecimentos contribuem no desenvolvimento do conhecimento pedagógico referente ao tema Natureza da Ciência (PCK/NdC). No recorte feito aqui, iremos utilizar o conhecimento pedagógico do conteúdo (PCK, na sigla em inglês) para compreender como o conhecimento da compreensão de Ciência dos estudantes da Educação Básica possibilita o desenvolvimento do PCK/NdC destes futuros professores de Física, ao serem expostos em situações de ensino e aprendizagem. Como primeiros resultados, destacamos alguns fatores que contribuem no desenvolvimento do PCK/NdC: interesse dos alunos, habilidade dos alunos em compreender o conteúdo, imagem do professor diante dos alunos e conhecimento prévio dos alunos. Por fim, parece-nos, também, natural que os cursos de formação inicial incentivem propostas que visem o melhor entendimento, por parte dos futuros professores de Física, da compreensão de Ciência dos seus estudantes, pois este elemento configura-se como importante para o desenvolvimento dos seus PCK/NdC.

**Palavras chave:** Conhecimento Pedagógico do Conteúdo, Conhecimento Metacientífico, Conhecimento de Ciência dos Estudantes, Formação de Professores de Física.

## Abstract

One of the questions that show the research in Science Education in general and specifically the some investigations in the line that involves History, Philosophy and Sociology of Science in Physics Teaching think how the Physics teachers transform his meta-scientific knowledge, which should acquire in his initial formation or not, in comprehensible knowledge for the students of Basic Education. This work is based on an ample case study with nine future physics teachers of the Brazilian public institution. We aimed to understand what knowledge contributes in the development of pedagogical content knowledge related of the Nature of Science (PCK/NOS). In this part, we will use the pedagogical content knowledge to understand how the knowledge of Science students' understanding of Basic Education makes possible the development of the PCK / NOS of these future physics teachers, when they are exposed in teaching and learning situations. As a first result, we show some factors that contribute to the development of PCK / NdC: students' interest, students' ability to understand the content, the teacher's image in relation the students and the students' previous knowledge. Finally, our work shows that the initial formation will encourage new proposals that aimed the investigate of the knowledge future physics teachers of the understanding of Science of its students, since this element is important for the development of their PCK/NOS.

**Key words:** Pedagogical Content Knowledge, Meta-Scientific Content, Knowledge of Science of the Students, Physics teacher training.

## Introdução

O conhecimento pedagógico do conteúdo (em inglês, Pedagogical Content Knowledge - PCK) se desenvolve como o resultado de uma experiência de ensino de um tópico específico. É comum, no desenvolvimento dos seus PCK, os professores em formação fazerem uso de vários conhecimentos docentes. Shulman (1987) enumera estes conhecimentos e os define como conhecimentos formadores da base de ensino do professor, como, por exemplo, o conhecimento do conteúdo, o curricular e o pedagógico do conteúdo, o qual discutiremos, brevemente, a seguir.

Para o autor, o PCK é um integrante fundamental do conhecimento de base para o ensino, pois inclui o conhecimento de conteúdo, problemas e métodos que proporcionam a organização e adaptação para a sala de aula, favorecendo a capacidade de transformação do conhecimento do conteúdo, que ele previamente detém, em formas ensináveis para os estudantes.

Magnusson, Borko e Krajcik (1999) destacam que os professores com conhecimentos diferenciados e integrais apresentam melhores habilidades para planejar, desenvolver e avaliar lições, em detrimento aos professores que possuem conhecimentos limitados e fragmentados. Esses conhecimentos do professor (ou sua ausência) refletem no desenvolvimento do seu PCK.

Valendo-se deste raciocínio, podemos destacar, também, que futuros professores de Física com conhecimentos diferenciados e integrais sobre conteúdos metacientíficos podem desenvolver atividades mais estruturadas, principalmente com o intuito do ensino de saberes relacionados à natureza do conhecimento científico.

Portanto, para o desenvolvimento adequado do PCK/NdC, um bom entendimento de conhecimentos metacientíficos deve ser encarado como um dos pontos de partida. Entretanto, ressaltamos que, por si só, ele não garante o desenvolvimento do PCK/NdC, pois,

além do mesmo, existem outros conhecimentos da base de ensino do professor envolvido neste complexo processo.

Este trabalho configura-se como um recorte de uma investigação maior<sup>1</sup>, na qual procuramos estudar como se dá o desenvolvimento do PCK/NdC, tomando como ponto de partida o processo de construção, aplicação e análise de atividades de ensino, tendo como base alguns episódios históricos da Física.

Neste processo, e em especial com a ajuda do modelo proposto por (SILVA, 2018), buscamos compreender como a compreensão de futuros professores de Física, em relação ao entendimento de Ciência dos estudantes da Educação Básica, contribui para o desenvolvimento do PCK/NdC destes professores em formação, principalmente quando expostos em situações de ensino e aprendizagem.

## O que é o PCK/NdC?

Como já abordado anteriormente, dentro dos vários domínios do conhecimento do professor, a compreensão de conhecimentos metacientíficos é considerada parte integrante do PCK/NdC. Contudo, como também já mencionado, ela, por si só, não garante o pleno desenvolvimento do PCK/NdC.

Neste sentido, Lederman (2007) chama a atenção que as relações destes conhecimentos com a pedagogia envolvida no seu ensino são incertas, o que acarreta, por exemplo, em propostas sem conteúdos claros e fundamentações pedagógicas deficitárias.

Kind (2009) destaca a imensa presença de pesquisas em várias disciplinas e, em especial, nas Ciências, relacionadas ao PCK. Por outro lado, Lederman (2007) e Hanuscin, Lee e Akerson (2010) enfatizam a pouca presença de estudos que busquem a investigação das fontes, natureza e relações dos demais conhecimentos da base de ensino no processo de desenvolvimento do PCK/NdC.

Buscando algumas respostas, Schwartz e Lederman (2002) propõem três elementos para o desenvolvimento do PCK/NdC, são eles: conhecimentos de Natureza da Ciência (NdC), de conteúdos de Ciência e pedagógicos.

Recentemente, propusemos (SILVA, 2018) um modelo de avaliação do desenvolvimento do PCK/NdC<sup>2</sup>, constituído por quatro constructos (conhecimentos) que fazem (ou deveriam fazer) parte do PCK/NdC de futuros professores de Física, conforme sintetizamos e destacamos no quadro 1.

**Quadro 1:** Conhecimentos do PCK/NdC de futuros professores de Física

Conhecimento relacionado ao PCK/NdC	Descrição sucinta
<b>Conhecimento da compreensão de Ciência dos estudantes</b>	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.
<b>Conhecimento das estratégias instrucionais para o</b>	Diz respeito ao conhecimento de estratégias didáticas relacionadas aos conhecimentos metacientíficos,

<sup>1</sup> A investigação remete-se a tese de doutorado do primeiro autor.

<sup>2</sup> Devido o limite de páginas deste trabalho não iremos apresentar, em detalhes, a proposta de [AUTOR 1, 2018], mas apenas uma síntese dos conhecimentos que fazem parte do PCK/NdC, conforme a proposta original.

<b>ensino de conteúdos metacientíficos</b>	principalmente suas potencialidades e dificuldades de inserção.
<b>Conhecimento do currículo de Ciências para ensinar conteúdos metacientíficos</b>	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.
<b>Conhecimento da avaliação de conteúdos metacientíficos</b>	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.

Fonte: (SILVA, 2018)

Acreditamos que o amplo entendimento sobre o PCK/NdC pode colaborar na compreensão e avaliação do processo de construção de estratégias didáticas que visem inserir conhecimentos metacientíficos na sala de aula, facilitando o processo de formação de professores de Física, principalmente os que buscam o ensino destes conhecimentos.

## Aspectos metodológicos

Neste trabalho fazemos um recorte de uma investigação mais ampla, a qual analisou como se dá o desenvolvimento do PCK/NdC, de futuros professores de Física, quando são expostos em situações de ensino e aprendizagem com conteúdos históricos e filosóficos da Física. Em especial, nesta comunicação, buscamos algumas respostas para a seguinte questão: Como o conhecimento da compreensão de Ciência dos estudantes (1º item do Quadro 1), por parte de futuros professores de Física, pode contribuir no desenvolvimento de seus PCK/NdC, principalmente quando expostos em situações de ensino e aprendizagem<sup>3</sup>?

Para tanto, realizamos um estudo de caso com nove futuros professores de Física, estudantes de uma universidade pública brasileira, em uma disciplina que se propõe a trabalhar conteúdos históricos e epistemológicos da Física.

As informações<sup>4</sup> disponibilizadas pelos futuros professores de Física, por meio da triangulação do questionário de caracterização inicial dos participantes (QCI), das entrevistas<sup>5</sup> e do instrumento de representação de conteúdos (Core), buscaram investigar e problematizar as influências do conhecimento da compreensão de Ciência dos estudantes no desenvolvimento do PCK/NdC.

Por fim, para categorização dos dados, após a transcrição das entrevistas e análise dos originais pelos participantes da pesquisa, utilizamos o referencial de análise de conteúdo de Bardin (2009).

<sup>3</sup> Chamamos situações de ensino e aprendizagem, por exemplo, a construção de sequências didáticas, jogos didáticos, textos históricos e aulas simuladas.

<sup>4</sup> Um resumo dos instrumentos de coleta de dados é apresentado nos anexos.

<sup>5</sup> Utilizamos duas entrevistas denominadas: Entrevista 1 e 2 (EN1 e EN2). Neste trabalho, apresentamos somente as questões que foram alvos para a construção desta categoria.

## Discutindo os resultados

Como já destacado, este recorte do estudo se propôs a investigar como se dá a influência do conhecimento da compreensão de Ciência dos estudantes no desenvolvimento do PCK/NdC de futuros professores de Física.

Definimos este constructo como o conhecimento que os futuros professores de Física devem possuir sobre a compreensão dos estudantes sobre a Ciência. Ele perpassa pela compreensão de concepções prévias, dificuldades de aprendizagem e crenças sobre as possibilidades dos seus estudantes aprenderem ou não sobre o conteúdo a ser discutido.

A partir dos dados extraídos, notamos que este constructo também mantém relações tanto com as características dos estudantes da Educação Básica e o contexto envolvido, no qual as atividades são aplicadas, como também do próprio desenvolvimento do conhecimento de conteúdos metacientíficos dos futuros professores, o qual perpassa pela sua compreensão da natureza do conhecimento científico.

No quadro 2, apresentamos um resumo das categorias elaboradas - (A) Interesse dos alunos, (B) Habilidade dos alunos em compreender o conteúdo, (C) Imagem do professor diante dos alunos e (D) Conhecimento prévio dos alunos - suas frequências nos participantes e respectivas falas representativas<sup>6</sup>.

**Quadro 2:** Conhecimento da compreensão de Ciência dos estudantes (aspecto do PCK/NdC)

Participantes	Categorias				Falas representativas
	A	B	C	D	
Ana		x	X	x	<b>Categoria D:</b> <i>“Bem... A princípio, eu iria tentar saber o que eles pensam em relação à Ciência. Eu preciso saber disso. Eu acho que ia sentir medo, a princípio, da relação deles, se eles iam gostar ou não de estudar.”</i> (EN1, grifo nosso).
Diego		x		x	<b>Categoria B:</b> <i>“A dificuldade que eles têm em compreender o conteúdo reforça a imagem que eles já têm sobre como é a vida de um cientista, ou seja, como sendo uma pessoa isolada do resto do mundo e da sociedade, a ciência como não influenciando a vida cotidiana das pessoas.”</i> (CoRe)
José	x			x	<b>Categoria A:</b> [...] <i>“Acho que o começo se dá pela compreensão do estudante sobre o que é a Ciência. Mas, eu tento buscar atividades que indiquem o que eles já sabem e que agradem o estudante e que possam demonstrar interesse para eles.”</i> (EN1, grifo nosso).
Lucas	x	x	X		<b>Categoria A:</b> [...] <i>“Um sentimento de quase sempre não atingir os objetivos propostos. Cansado pela falta de interesse dos alunos e pela desvalorização do profissional.”</i> (QCI, grifo nosso).
Lúcia			X	x	<b>Categoria D:</b> [...] <i>“Eu gostaria de fazer uma sondagem com os alunos para saber o que eles pensam acerca de Ciência, história da Ciência, como é que se desenvolve. Procuo só para conhecer a mentalidade deles desse conceito.”</i> (EN1).
Miguel		x	X		<b>Categoria C:</b> <i>O conteúdo de NdC é complexo. No primeiro momento, eu ia falar que não ia saber. Mas, iria tentar trazer a resposta o mais breve possível. Ia ficar um pouco triste porque apesar de tanto estudo, vai ter sempre algumas perguntas que possivelmente eu não vou poder responder assim na hora. Isso prejudica a minha imagem como professor. [...] O primeiro momento ia ser um pouco de nervosismo, aí vem depois a tristeza de não saber responder aquela pergunta. Mas, eu ia ficar um pouco mais motivado em estudar mais para trazer aquela resposta e entender o que</i>

<sup>6</sup> Devido à extensão do trabalho, optamos por apresentar somente uma fala representativa de cada participante e suas respectivas categorias.

				<i>o aluno não entendeu ou que não sabia.” (EN1, grifo nosso).</i>	
Paulo	x		x	<b>Categoria D:</b> [...] <i>“Como é que eu iniciaria... Acho que a melhor forma de se iniciar, além da apresentação do tema, seria com uma pergunta problema sobre o assunto abordado e a partir disso saber o que o aluno já sabe sobre a NdC.” (EN1).</i>	
Pedro	x		x	<b>Categoria A:</b> <i>“Primeiro achar uma forma de compreender o que ele já sabe sobre a Ciência, depois achar um texto, uma boa fonte histórica para incluir este novo conteúdo e de maneira que eu possa chamar a atenção dos alunos e incentivar o interesse deles pelo conteúdo.” (EN2).</i>	
Ricardo		x	X	x	<b>Categoria C:</b> <i>“Às vezes eu fujo desses conteúdos mais complexos, como é a NdC. Tenho medo da minha imagem como professor ficar ruim, caso os alunos percebam que eu não sei. (EN2).</i>

Fonte: Elaborado com base em (SILVA, 2018)

Na presente investigação, como destacado no quadro 2, mapeamos quatro fatores que influenciam no desenvolvimento do *Conhecimento da compreensão de Ciência dos estudantes*, a saber: (A) interesse dos alunos; (B) habilidade dos alunos em compreender o conteúdo; (C) imagem do professor diante dos alunos e (D) Conhecimento prévio dos alunos.

Sobre (A) interesse dos alunos, notamos que este fator é substancial para o sucesso de atividades que busquem acessar a compreensão dos estudantes sobre aspectos da NdC. Ou seja, na concepção dos futuros professores de Física da pesquisa, caso a atividade não seja interessante para os discentes, a possibilidade de fracasso na captação de suas ideias pode tornar-se uma tarefa complexa e com alto grau de insucesso.

Sobre (B) habilidade dos alunos em compreender o conteúdo, Ana, Diego, e Miguel relacionam a aprendizagem de conteúdos metacientíficos à habilidade de compreensão dos estudantes sobre estes conteúdos. Além disso, a compreensão inicial dos estudantes é um fator, que para os futuros professores de Física, aumenta a aprendizagem destes conteúdos.

Sobre (C) imagem do professor diante dos alunos, Ana, Lúcia e Miguel deixam transparecer que a imagem deles, diante dos alunos, pode afetar a qualidade do ensino de conteúdos metacientíficos. Ou seja, a complexidade e o ineditismo do conteúdo nas aulas de Física podem gerar possíveis conflitos em futuras práticas, abalando a confiabilidade dos alunos sobre os mesmos.

Por fim, sobre (D) Conhecimento prévio dos alunos, Ana, Diego, José, Lúcia, e Pedro chamam a atenção para a importância de conhecer o que seus estudantes sabem sobre aspectos da NdC. Para eles, esse tipo de compreensão torna-se de fundamental importância principalmente para a construção de estratégias didáticas mais coerentes com o perfil dos seus estudantes.

## Considerações finais

Autores como Garcia (1999) e Formosinho (2009) abordam que o possível descrédito e desconfiança dos alunos são fatores preponderantes para os futuros professores que se propõem a planejar e lecionar conteúdos pouco habituais. Na nossa investigação, este fator ficou perceptível, principalmente no caso dos conhecimentos metacientíficos.

Outro fator que os investigadores chamam a atenção (e que aparece na nossa investigação) diz respeito aos futuros professores - ou professores com poucos anos de experiência - mostrarem um alto grau de preocupação com sua imagem diante dos seus estudantes. Ou seja, buscam maneiras de serem reconhecidos por seus discentes como “bons” professores. Por outro lado,

uma negativa pode trazer um misto de sentimentos de insucesso, como, por exemplo, os apresentados por Ana, Lúcia e Miguel.

Este aspecto foi apresentado pelos participantes da pesquisa, os quais, em alguns casos, apresentavam dificuldades na inserção de conteúdos metacientíficos, devido ao ineditismo dos conteúdos em sua formação, gerando sentimentos de fragilidade (pouco domínio do assunto) na sua imagem de docente junto aos estudantes da Educação Básica, o que, de certa forma, ocasionava até a rejeição de propostas neste sentido.

Outros aspectos, mais direcionados aos estudantes da Educação Básica, também contribuíram no desenvolvimento do PCK/NdC do grupo, como, por exemplo, o interesse e habilidades dos estudantes da Educação Básica em compreender o conteúdo. Notamos que estes fatores, somados ao conhecimento prévio dos alunos, foram fundamentais na evolução do *Conhecimento da compreensão de Ciência dos estudantes*, especificadamente, e, em especial, dos seus próprios PCK/NdC.

Por fim, notamos que o processo de construção, por parte dos futuros professores de Física, de atividades que gerem interesse aos estudantes da Educação Básica pode, possivelmente, contribuir na compreensão de conhecimentos prévios dos seus alunos sobre aspectos da NdC, favorecendo, posteriormente, o seu processo de aprendizagem.

Face ao exposto, fica o desafio aos cursos de formação de professores de Física do como transformar essa empreitada em algo plausível, o que torna importante uma discussão mais aprofundada desta temática na formação inicial.

## Referências

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 2009.

FORMOSINHO, J. **Formação de Professores: Aprendizagem profissional e acção docente**. Portugal: Porto Editora, 2009.

GARCIA, C. M. **Formação de professores: para uma mudança educativa**. Porto: Porto Editora, 1999.

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.

KIND, V. Pedagogical content knowledge in science education: perspectives and potential for progress. **Studies in Science Education**, v. 45, n. 2, p. 169-204, 2009.

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.

SCHWARTZ, R. S.; LEDERMAN, N. G. "It's the nature of the beast": The influence of knowledge and intentions on learning and teaching nature of science. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 39, n. 3, p. 205-236, 2002.

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

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 da Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

Anexo:

Questões de EN1	Questões de EN2	Questões do CoRe
<ol style="list-style-type: none"><li>1. Como você se sentiria ao ministrar uma aula que envolvesse conteúdos metacientíficos? Como você poderia iniciá-la?</li><li>2. Você acha que precisa de outros conteúdos para ministrar uma aula sobre conteúdos metacientíficos, além dos próprios conteúdos sobre ela? Por quê?</li><li>3. Você acredita que os estudantes da educação básica podem aprender conteúdos metacientíficos? Por quê?</li><li>4. Como você acha que poderia lecionar conteúdos metacientíficos, a partir da proposta de temas e questões sobre a Ciência? Você acha que a História da Física seria uma boa oportunidade de lecionar estes conteúdos no ensino médio? Por quê?</li></ol>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Quando você foi solicitado (a) para planejar uma aula que envolvesse conteúdos metacientíficos, utilizando a História da Física, o que lhe veio, primeiramente, na cabeça?</li><li>2. Você já tinha planejado uma aula com estas características? Como você descreve o sentimento diante desta necessidade?</li><li>3. Qual foi o seu primeiro passo para o planejamento desta aula e das atividades que faziam parte dela? Qual foi a sua principal preocupação na preparação desta aula? E das atividades didáticas?</li><li>4. Você acha que o curso de Licenciatura em Física proporcionou-lhe os conhecimentos para a elaboração das atividades e do planejamento da aula? Explique.</li><li>5. Você teve problemas para planejar as atividades e as aulas? Como você conseguiu solucioná-los? Quais conhecimentos foram determinantes para a solução do problema?</li></ol>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. O que você pretende que os estudantes aprendam sobre essa ideia?</li><li>2. Por que é importante para o estudante aprender essa ideia?</li><li>3. O que você sabe a mais sobre essa ideia?</li><li>4. Quais são as dificuldades e limitações ligadas ao ensino dessa ideia?</li><li>5. Que conhecimento sobre o pensamento dos estudantes tem influência no seu ensino sobre essa ideia?</li></ol>