

Conhecimentos pedagógicos de conteúdo para o ensino de física expressos em materiais didáticos produzidos por licenciandos sobre eletricidade e magnetismo

DOI: <https://doi.org/10.33871/23594381.2025.23.1.8689>

Tiago Leão Barnabé¹, João Ricardo Neves da Silva², Agenor Pina da Silva³

Resumo: Este trabalho se propõe a investigar os elementos do Conhecimento Pedagógico de Conteúdo (CPC) expressos em materiais didáticos sobre os conteúdos de eletricidade e magnetismo, produzidos por licenciandos em física em uma prática formativa de elaboração de materiais didáticos no âmbito de uma disciplina de prática de ensino de física. Tomamos o CPC como principal elemento a ser investigado nos materiais didáticos produzidos por eles. A análise foi realizada buscando identificar nos materiais produzidos pelos licenciandos elementos que expressem os subdomínios do CPC com base no referencial teórico. Cada capítulo escrito pelos licenciandos foi analisado página a página, os elementos identificados foram categorizados, sintetizados e comparados, no sentido de expor uma visão ampla das potencialidades da prática formativa de elaboração de materiais didáticos. Como resultado identificamos que os subdomínios referentes ao processo de ensino de Física e às estratégias de ensino de física são amplamente consolidados pelos licenciandos e metodicamente expressos nos materiais produzidos; identificamos que os subdomínios do CPC referentes às dificuldades enfrentadas pelos alunos e à avaliação tiveram menor representação nos materiais. Assim, concluímos que a atividade formativa de elaboração de materiais didáticos por futuros professores apresenta diversas potencialidades para construir, ampliar e consolidar os subdomínios do conhecimento pedagógico do conteúdo no ensino de eletricidade e magnetismo.

Palavras-chave: Produção de materiais didáticos, Eletricidade e Magnetismo, Prática de Ensino, Licenciatura em Física, Conhecimentos Pedagógicos de Conteúdo

Pedagogical content knowledge for teaching physics expressed in teaching materials produced by undergraduate students on electricity and magnetism

Abstract: The present work set out to investigate the elements of Pedagogical Content Knowledge (CPC), expressed in teaching materials on the contents of electricity and magnetism produced by physics undergraduates, during a formative practice of preparing teaching materials within the scope of a physics discipline. physics teaching practice. We take CPC as the main element to be investigated in the teaching materials produced. The analysis was carried out seeking to identify elements in the materials produced by the graduates that express the subdomains of the CPC based on the theoretical framework. Each chapter written by the undergraduates was analyzed page by page, the identified elements were categorized, synthesized and compared, in order to expose a broad view of the potential of the training practice of preparing teaching materials. As a result, we identified that the subdomains referring to the Physics teaching

¹ Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI) – Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências (PPGEC) – Avenida BPS, nº 1303, Bairro Pinheirinho, Itajubá – MG, CEP: 37500-903 - orcid: <https://orcid.org/0000-0002-8800-9901> - e-mail: tiago.leao.fisica@gmail.com

² Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI) – Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências (PPGEC) – Avenida BPS, nº 1303, Bairro Pinheirinho, Itajubá – MG, CEP: 37500-903 - orcid: <https://orcid.org/0000-0003-1311-0199> - e-mail: jricardo.fisica@unifei.edu.br

³ Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI) – Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências (PPGEC) – Avenida BPS, nº 1303, Bairro Pinheirinho, Itajubá – MG, CEP: 37500-903 -orcid: <https://orcid.org/0000-0002-1445-1027> - e-mail: agenor@unifei.edu.br

process and teaching strategies are widely consolidated by the students and methodically expressed in the materials produced, the CPC fields referring to the main difficulties faced by students and the field of assessment had less representation in the materials. Thus, we conclude that the training activity of preparing teaching materials by future teachers has several potentialities for building, expanding and consolidating the subdomains of pedagogical content knowledge in the teaching of electricity and magnetism

Keywords: Didactic materials, Electricity and Magnetism, Teaching Practice, Physics teachers formation, Pedagogical Content Knowledge

Introdução: As práticas de formação de professores de física para a construção de conhecimentos especializados para o ensino.

A atuação dos professores de ciências, em especial o de física, é apontada como de suma importância para que o jovem possa exercer a cidadania de forma plena, fundamentalmente no que se refere à construção de conhecimentos sobre a ciência, suas práticas e seus métodos. De fato, a atuação do professor exige habilidades diversas que vão além de campos que sua formação inicial lhe oferece.

Para promover a aprendizagem pretendida, o professor apresenta o conteúdo fazendo uso de ferramentas e artifícios apropriados e específicos, buscando promover uma construção de conceitos e concepções que seja significativa para seus alunos. Por diversos fatores, nem sempre a formação inicial do professor será capaz de fornecer todas as experiências necessárias para a construção de todas as habilidades fundamentais para sua plena atuação em sala de aula, haja visto as diversas mudanças curriculares e de diretrizes que são constantemente propostas para a formação inicial de professores (Ostermann e Santos, 2021).

Ainda neste sentido, um dos aspectos mais relevantes a serem tratados no processo de formação de professores de física é a relação da atuação docente com os materiais didáticos, ou, em outras palavras, como os materiais didáticos são utilizados pelos professores no processo de construção das aulas e demais práticas pedagógicas. De acordo com Méndez (2003, p. 2015), o principal recurso didático utilizado pelos professores é o livro didático. Para ele, o livro didático é “o elemento transversal no processo educacional e na realidade vivida pelo profissional da educação, é o instrumento fundamental no processo da educação.

O livro didático exerce forte influência e presença nas aulas de física, representando uma ferramenta de grande contribuição para o ensino. Este material didático deve ser utilizado como material de referência, estudo e planejamento; contudo, em algumas circunstâncias, o professor pode possuir com o livro didático uma relação de independência que o permita escolher, modificar ou produzir seus próprios materiais que,

segundo sua profissionalidade e conhecimento, permita melhores construções conceituais pelos estudantes. Para Zambon e Terrazzan (2014, p.04), se um professor

usa um livro didático, isso não significa necessariamente que ele seja malformado, ignorante, como fazem supor as metáforas de ‘muleta’, ‘escora’ etc.” (MUNAKATA, 2002, p. 92). O problema reside, em nosso ponto de vista, na utilização exclusiva do livro como material para consulta e como fonte única para preparação das aulas, o que certamente reduz a autonomia do professor em relação às decisões sobre a definição dos conteúdos de ensino e sobre as formas de abordagem desses conteúdos (Zambon e Terrazzan, 2017, p. 04)

Diante da evidente utilização do livro didático como principal recurso didático, devemos refletir sobre a que práticas formativas os futuros professores de física são submetidos durante o curso que lhes confirmam os conhecimentos necessários para a melhor utilização e conciliação deste material em suas atividades docentes.

Por esta razão, nesta pesquisa, nos debruçamos sobre um processo de formação de professores de física que dá um passo adiante da utilização dos livros didáticos. Focamos no estudo do processo de elaboração e criação de materiais didáticos como prática formativa de professores de física para a educação básica.

Além disso, uma das estratégias didáticas que pode ser desenvolvida na formação de futuros professores de física para uma prática mais elaborada com livros didáticos está relacionada à produção de materiais didáticos por professores em formação, ou seja, a criação de materiais didáticos como prática formativa de professores. Essa estratégia vem sendo desenvolvida e analisada por pesquisas tais como Santos (2007), Eichler e Pino (2010) e Silva e Marcondes (2015). Eichner e Pino (2010, p.38), por exemplo, entendem que a produção de material didático é uma importante estratégia de formação inicial e continuada de professores de ciências.

Esta aposta formativa se baseia no fato de que, em muitas situações, o professor de física encontra a necessidade de fazer uso de um arsenal de artifícios para promover a compreensão e a aprendizagem das habilidades necessárias pelos alunos. São utilizadas analogias, metáforas, recursos audiovisuais e uma série de outros elementos que o professor entenda serem válidos. Apesar de incontáveis recursos estarem disponíveis para uso do professor, existe ainda a necessidade da habilidade do professor em utilizar tais recursos de maneira eficiente para seus alunos, e mais ainda, de construir e criar os próprios materiais didáticos para conteúdos específicos.

Nesse sentido, a fundamentação teórica para compreender os conhecimentos que são apresentados pelos futuros professores em sua atividade profissional foi fornecida

pelo psicólogo educacional estadunidense Lee Shulman (1938-atual). Ele foi o primeiro a apresentar um modelo de categorização desses conhecimentos, que compõem a então chamada Base de Conhecimentos para o Ensino (BCE), o conjunto de conhecimentos que, na perspectiva desse autor, caracteriza a atividade docente e são típicos do exercício desta atividade. Com base nesses conhecimentos, é possível refletir, analisar ou mesmo avaliar o processo de formação e a atuação docente de professores de determinados conteúdos específicos, tal como no caso pretendido nesta pesquisa.

No âmbito dos estudos de Shulman (1986, 1987), a principal inovação é a concepção de um Conhecimento Pedagógico de Conteúdo (CPC), que se refere àquele conhecimento relacionado ao processo de ensino-aprendizagem de conteúdos específicos ou temas específicos. O CPC se refere, antes de tudo, aos conhecimentos que são necessários para promover a aprendizagem de conteúdo das mais diversas áreas do conhecimento, ao conjunto de estratégias e ações tomadas pelo professor para construir a mais efetiva aprendizagem de conceitos, por exemplo, de física, como no caso deste estudo.

Realizadas as colocações iniciais, o presente trabalho se dedica a investigar uma prática formativa específica da formação de futuros professores de física, a saber, a produção de materiais didáticos escritos sobre eletricidade e magnetismo por professores em formação inicial.

O objetivo geral da pesquisa, então, é o de analisar os elementos dos Conhecimentos Pedagógicos de Conteúdo (CPC) que são expressos em materiais didáticos escritos sobre eletricidade e magnetismo produzidos por licenciandos(as) em física durante uma prática formativa do curso de licenciatura.

Com base nesses objetivos, pretende-se construir uma compreensão do papel da prática formativa de criação de materiais didáticos na mobilização de elementos de CPC pelos professores em formação inicial.

Fundamentação teórica: A Base de Conhecimentos para o Ensino e os Conhecimentos Pedagógicos de Conteúdo como elemento verificador da prática formativa de professores de física

Tendo como referência o BCE e a ideia de CPC de Shulman (1986, 1987), entendemos que a perspectiva formativa dessa pesquisa está atrelada à formação como construção de conhecimentos necessários à prática profissional da atividade docente, como desenvolvimento de habilidades didáticas específicas dos conteúdos, sendo esses conhecimentos relacionados às mais diversas formas de ensinar física.

Nessa perspectiva, o autor defendeu o fato de que a profissionalização docente está atrelada a um conjunto de conhecimentos que caracterizam a atuação docente e o principal e mais inovador desses conhecimentos foi chamado pelo autor de Conhecimento Pedagógico de Conteúdo. (FERNANDES, 2015)

O referencial de Shulman, embora possa ser considerado antigo, é um referencial clássico ou pioneiro na reflexão acerca dos elementos caracterizadores dos conhecimentos definidores da atuação docente. A consolidação deste referencial fica estabelecida com diversos pesquisadores interpretadores de Shulman e estudiosos dos CPC no ensino de física, tais como Melo-Niño, Melado e Buitrago (2016), Melo-Niño e Melado (2017), Etkina (2010), Melo-Niño & Cañada (2020), Weitzel & Blank (2020), Narulsari et al. (2019), além de Caldato e Silva (2019) e Silva et al. (2020), que principalmente estudam o processo de desenvolvimento e avaliação desses conhecimentos em professores e licenciandos.

Os três pilares que são a base do modelo de Shulman são o Conhecimento Pedagógico (CP), o Conhecimento do Conteúdo (CC) e o Conhecimento Pedagógico do Conteúdo (CPC). Etkina (2010) argumenta que o CPC se configura como o mais importante tipo de conhecimento a ser desenvolvido na formação inicial de professores de Física.

Os elementos anteriores foram transformados em um conjunto de categorias utilizadas por Caldato e Silva (2019) na classificação dos aspectos formativos de um processo de formação de professores de física. O Quadro 1 sistematiza os domínios e subdomínios desses conhecimentos, dando destaque aos do CPC que foram utilizados como conjunto categóricos para analisar os textos sobre eletricidade e magnetismo construídos por licenciandos em física durante uma prática formativa.

DOMÍNIOS DO CONHECIMENTO			
<i>Conhecimento Pedagógico (CP)</i>		<i>Conhecimento Pedagógico de Conteúdo (CPC)</i>	<i>Conhecimento de Conteúdo (CC)</i>
SUBDOMÍNIOS DO CONHECIMENTO	CP1. Conhecimento dos aprendizes e suas características.	CPC1. Instruções sobre o processo de ensino da Física;	CC1. Conhecimento dos conceitos e leis da física;
	CP2. Conhecimento pedagógico geral, com especial referência aos princípios e estratégias gerais de gestão e organização de salas de aula e da escola (teorias: curricular, política educacional, ensino e aprendizagem, etc.).	CPC2. Conhecimento do currículo de física (e demais materiais didáticos que compõem o currículo escolar, como por exemplo, livros didáticos de física).	CC2. Métodos de desenvolvimento de novos conhecimentos físicos (história, filosofia e epistemologia da física).

	CP3. Conhecimento dos fins, propósitos e valores (ética, por exemplo) da educação, e seus fundamentos filosóficos e históricos.	CPC3. Conhecimento das concepções e dificuldades, dos alunos sobre os tópicos de Física.	CC3. Conhecimento sobre relações entre os conceitos físicos.
	CP4. Conhecimento sobre os contextos educacionais (atividades em grupo e/ou individual, diversidade cultural, gestão e financiamento dos sistemas educacionais, etc.).	CPC4. Conhecimento de estratégias específicas do ensino de Física, ou seja, de métodos de ensino que são eficazes para o ensino dos conhecimentos físicos.	
		CPC5. Conhecimento de métodos de avaliação específicos do ensino de física.	

Quadro 1: Categorias de Conhecimento da Base de Conhecimentos para o Ensino utilizadas como conjunto de categorias a priori nesta pesquisa (destacadas)

Fonte: Elaborado pelos autores a partir de Caldatto e Silva, (2019)

Devido a isso, defende-se que a formação inicial possa promover e propiciar momentos e práticas de ensino-aprendizagem que permitam que os futuros professores mobilizem os seus conhecimentos para a transformação e organização do seu CPC. Fundamentados por esses referenciais, estudamos a mobilização de domínios e subdomínios especificamente dos CPC na prática formativa de construção dos próprios materiais didáticos por licenciandos em física. Nesse sentido, apresentamos para os encaminhamentos metodológicos executados nesta pesquisa.

Percurso metodológico: a prática formativa de produção do material didático e análise de dados

Para a concretização desta pesquisa foram analisados materiais didáticos produzidos por licenciandos em física no âmbito de uma disciplina dedicada à prática de ensino do conteúdo de eletricidade e magnetismo, na qual eles foram postos diante do desafio de sistematizar, planejar e escrever capítulos de livros didáticos se utilizando dos seus próprios textos e das concepções estudadas de organização curricular.

Os sujeitos de pesquisa são constituídos por licenciandos em física participantes de uma disciplina denominada “Prática de Ensino de Física e Materiais Didáticos” (AUTORES, 2022), que tratava da produção e utilização dos diversos materiais didáticos no ensino de física para a educação básica. Os trabalhos analisados foram requisitados aos licenciandos ao longo desta disciplina em uma atividade que solicitou a estes que produzissem integralmente um capítulo de um livro didático voltado ao ensino de tópicos de eletricidade e magnetismo no ensino médio.

Importante ressaltar que cada licenciando produziu um capítulo sobre o tópico designado e o entregou ao professor ao fim do período letivo em formato de arquivo .pdf,

como um dos requisitos para a aprovação na disciplina. No Quadro 2 é apresentado uma breve descrição do conteúdo de cada um dos materiais produzidos pelos licenciandos e analisados.

Material	Descrição
M01	Este material apresenta o conteúdo de Potencial elétrico , com os tópicos de Potencial elétrico e diferença de potencial; Potencial em um campo Uniforme; Potencial de uma carga pontual; Poder das pontas. No material também são propostos exercícios de revisão e uma atividade experimental. O capítulo produzido possui 10 páginas.
M02	Este material apresenta o conteúdo de Força magnética , com os tópicos de Força magnética; Força magnética em um corpo carregado em movimento; Força magnética produzida por um fio retilíneo percorrido por corrente. O capítulo apresenta exercícios resolvidos, exercícios propostos e uma proposta de atividade experimental. O capítulo é composto por 9 páginas.
M03	O capítulo apresenta o conteúdo da lei da atração e repulsão eletrostáticas, conhecida como Lei de Coulomb , com alguns exercícios resolvidos e outros propostos para resolução. Para exemplificar a construção da lei de Coulomb o autor utiliza um simulador computacional, apresentando prints de cada passo realizado. O capítulo é composto por 24 páginas.
M04	Este capítulo apresenta o conteúdo de Campo elétrico e Equação do Campo elétrico , apresenta também uma proposta de atividade experimental. O capítulo é composto por 9 páginas.
M05	Neste capítulo é apresentado o conteúdo das Leis de Ohm , bem como uma proposta de uma atividade experimental, acompanhados seguidamente por exercícios resolvidos e exercícios propostos aos alunos. O capítulo é composto por 26 páginas.
M06	O capítulo trata sobre Indução eletromagnética e da Lei de Lenz , contendo uma proposta de atividade experimental, exercícios resolvidos e exercícios propostos. O capítulo é composto por 17 páginas.
M07	Neste capítulo são apresentados os conteúdos de Energia e Potencial Elétrica ; energia dissipada por resistores. São apresentados exercícios resolvidos e são propostos exercícios para resolução. O capítulo é composto por 24 páginas.
M08	No capítulo é apresentado o conteúdo de Magnetismo; Campo magnético ; Campo magnético uniforme. O capítulo apresenta também curiosidades e exercícios propostos para resolução. O capítulo é composto por 16 páginas.

Quadro 2: Descrição dos materiais didáticos produzidos por cada licenciandos com destaque para os conteúdos de física tratados em cada capítulo

Fonte: Elaborado pelos autores

Refletimos ainda sobre o fato de que este tipo de atividade, pautada na criação dos próprios textos, escolha das figuras, das analogias e todos os componentes de um material didático escrito não é desenvolvida em pouco tempo ou sem dificuldades. Os licenciandos apresentaram dificuldades relacionadas à articulação dos textos com as figuras escolhidas, mas principalmente em construir um texto que eles mesmos julgassem suficientemente explicativos. No entanto, esse tipo de exercício voltado para a construção das próprias explicações se constitui como o cerne dessa prática formativa. Os textos foram escritos, corrigidos e reescritos em 3 versões até o final do trabalho.

Fundamentados no modelo categórico apresentado no Quadro 1, voltamos nosso olhar especificamente para o campo do CPC e seus subdomínios, uma vez que esses foram as categorias utilizadas na análise dos materiais. Ou seja, foram utilizados como conjunto categórico os domínios de CPC, contidos na coluna **Conhecimento Pedagógico de Conteúdo (CPC)** do Quadro 1. O procedimento de análise ocorreu da seguinte forma:

1. Os materiais foram avaliados página por página, buscando identificar elementos que expressem os subdomínios do CPC dos futuros professores de física.
2. Ao fim da análise de cada material foi realizada análise dos excertos que caracterizavam cada subdomínio e então foi realizada uma interpretação gráfica sobre a distribuição deles nos subdomínios do CPC, bem como uma análise gráfica geral de todos os elementos identificados em todos os materiais produzidos pelos estudantes.
3. Finalizada a análise de todos os materiais, foi realizada uma síntese, buscando apontar claramente os elementos identificados em todos os materiais relacionados a cada subdomínio do CPC.

Pelo princípio da não dualidade e exclusão, os elementos identificados foram categorizados como pertencentes a apenas um dos subdomínios dos CPC, exceto na situação em que possamos identificar elementos que expressam tanto o CPC3 como CPC4 (conforme definição expressa no Quadro 1), ou seja, existe a possibilidade que seja identificado um elemento que indique a intenção de sanar as dificuldades dos alunos (CPC3) e, para isso, utilize determinada estratégia específica do ensino de Física (CPC4). Os materiais produzidos pelos licenciandos foram analisados dessa maneira, sendo possível identificar os domínios do CPC presentes nesses materiais, como apresentado nos resultados a seguir.

Análise e discussão dos dados: A produção de material didático como elemento de mobilização dos CPC em física

Apresentamos a seguir a síntese dos subdomínios de CPC identificados nos materiais produzidos pelos licenciandos em física. Foram analisadas 135 páginas no total, somando todos os capítulos produzidos pelos alunos. Ao fim da análise inicial, foi constatada a seguinte distribuição de identificação dos subdomínios nos materiais produzidos:

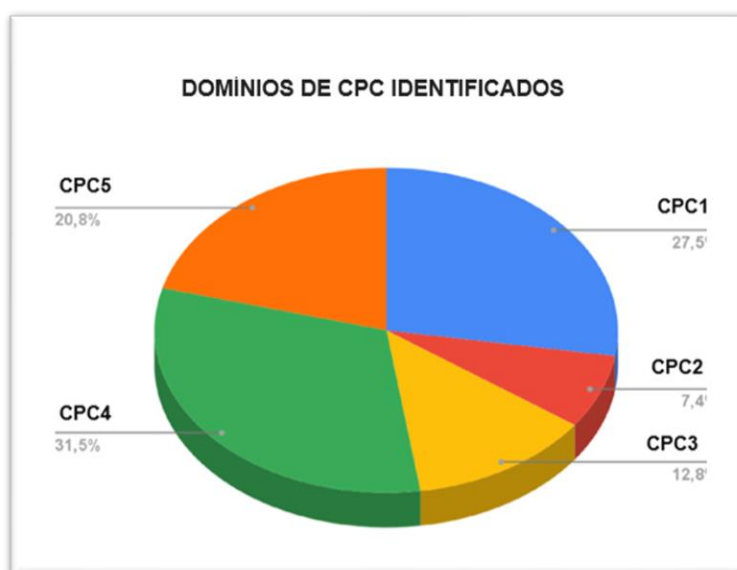
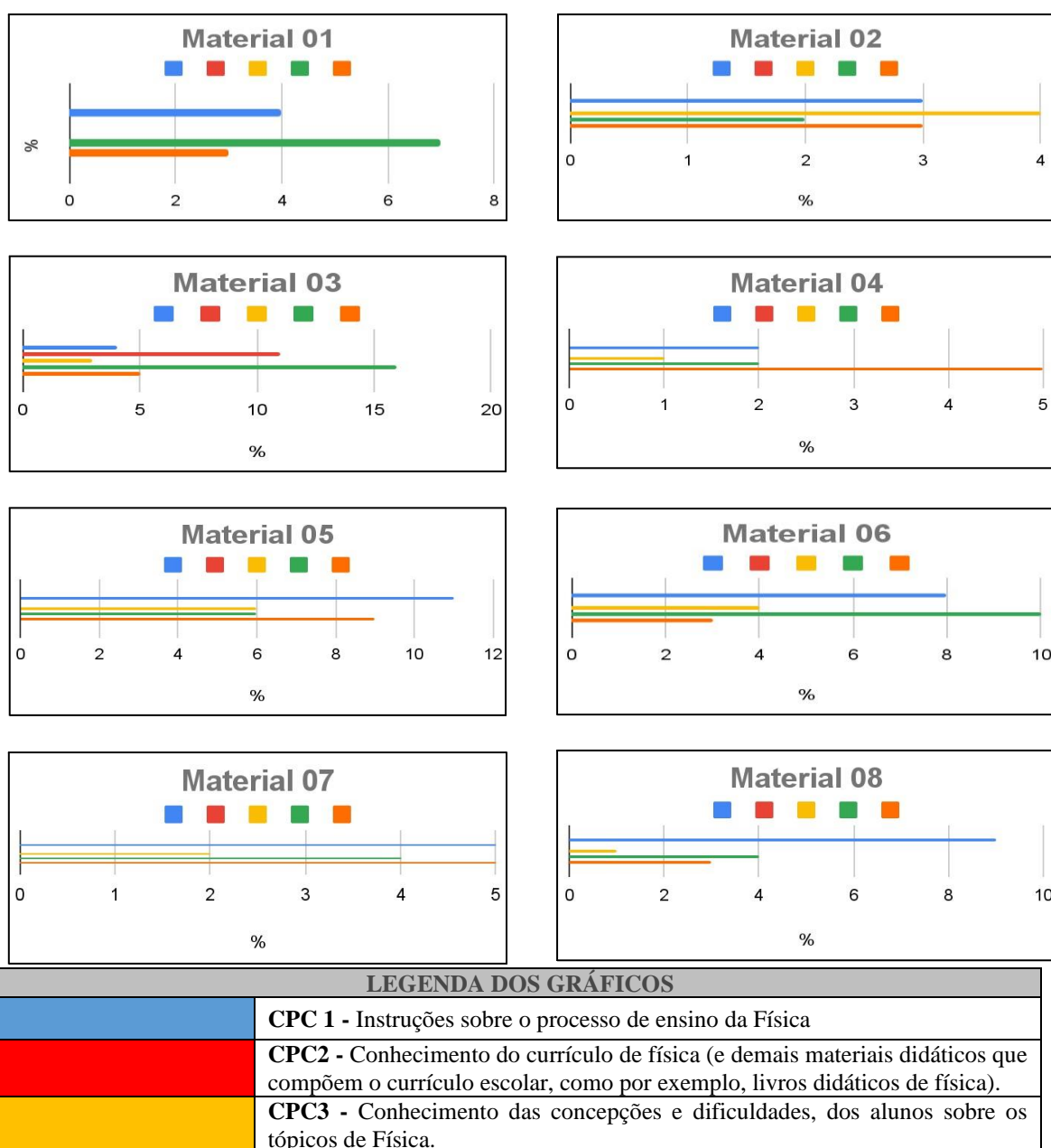


Figura 1: Distribuição geral dos subdomínios do CPC nos materiais didáticos produzidos pelos licenciandos em física.

A Figura 1 é resultado da combinação da distribuição dos elementos identificados em todos os materiais, uma vez que buscamos compreender o potencial da atividade formativa de elaboração de materiais didáticos para construção de elementos do conhecimento pedagógico do conteúdo.

Na Figura 2 apresentamos a distribuição individual dos elementos dos subdomínios identificados em cada um dos capítulos analisados. Como esperado, é possível verificar que alguns materiais apresentam campos do CPC mais ampliados, enquanto outros materiais não apresentaram todos os subdomínios do CPC. Isso pode ser explicado tanto pela natureza do conceito que está sendo abordado pelo capítulo quanto de conhecimentos que o próprio licenciando possui para mobilizar.



	CPC4 - Conhecimento de estratégias específicas do ensino de Física, ou seja, de métodos de ensino que são eficazes para o ensino dos conhecimentos físicos
	CPC5 - Conhecimento de métodos de avaliação específicos do ensino de física.

Figura 2: Representação gráfica dos subdomínios de PCK mobilizados em cada material didático produzido pelos licenciandos.

A falta da identificação de todos os elementos do CPC era esperada, uma vez que esta prática formativa se atenta para um ponto específico da atuação do futuro professor, o ensino de eletricidade e magnetismo e à produção de materiais didáticos como estratégia de mobilização de conhecimentos.

O que podemos perceber na análise das distribuições de elementos do CPC nos materiais é que os CPC mais mobilizados são CPC1 e CPC4, que dizem respeito ao processo de ensino da física e às estratégias específicas de ensino de física, observamos uma variedade de elementos que expressam esses domínios do CPC. Esse fato aponta que os licenciandos conseguem expressar de forma escrita estratégias para construir conhecimentos de física em seus textos e figuras utilizadas.

Com base nesses dados e nessas expressões dos domínios de CPC que foram proporcionada pela prática de produção do material didático, pode-se discutir a intrínseca relação entre a oportunidade de planejar e escrever um texto didático sobre um conceito de física e a expressão dos CPC que os licenciandos desenvolvem. Essa ocorrência de manifestação de subdomínios de CPC relacionados às estratégias de ensino de física já havia sido detectada por Sperandeo-Mineo e Tarantino (2006).

A análise do tutor e do pesquisador das Unidades de Aprendizagem preparadas pelos licenciandos apontou uma concordância fundamental de que algumas das principais características dos processos de aprendizagem de STs, bem como como a consciência da natureza da própria aprendizagem produziu mudanças úteis dos seus CPC. Os dois elementos principais que, em nossa opinião, desencadearam essa alteração são: 1) o conhecimento de concepções específicas e dificuldades de aprendizagem de alunos e 2) o conhecimento de estratégias instrucionais incorporando diferentes representações do conteúdo abordado. (p. 258, **tradução nossa**)

Sendo assim, fica evidente que a tarefa de escrever um texto didático, escolhendo as melhores palavras, figuras, esquemas, etc., teve, nessa situação, a função de criar um contexto no qual os licenciandos mobilizaram os CPC principalmente relativos à estratégias e abordagens necessárias para o ensino de física. Este conhecimento é apontado como essencial para o professor de física pelos referenciais teóricos adotados nesta pesquisa.

Os subdomínios CPC3 e CPC5, que dizem respeito às dificuldades dos alunos e aos métodos de avaliação, são os que menos se manifestam. Este resultado não causa surpresa, esperávamos identificar poucos elementos expressando esses domínios devido

ao fato de que os licenciandos ainda não possuem vivência com os alunos em sala de aula. Entendemos que é por meio da vivência que o professor compreenderá quais são as principais dificuldades em cada tópico, ao mesmo tempo, durante suas aulas, o professor aplicará métodos diversos de avaliação. No entanto, ainda cabe ressaltar a dificuldade que os licenciandos ainda têm de superar a histórica ideia de que avaliação se faz com questões específicas ao final de um processo de estudo.

Foi identificado em um dos materiais o uso de imagens reais (fotografias) de elementos de circuitos, um fato relativamente simples, contudo, sabemos que grande parte dos alunos que estudam circuitos elétricos, ao entrarem em uma loja de artigos elétricos, não saberiam identificar elementos como um resistor ou capacitor, uma vez que, de forma geral, os materiais didáticos abordam esses elementos por meio do uso de símbolos na maioria dos casos, isso foi superado com o simples uso de uma fotografia do elemento em si. Essa prática pode ser considerada como uma mobilização importante de um CPC1, uma vez que trata de uma estratégia de visualização e representação dos conceitos físicos em elementos da realidade.

No que se refere aos CPC3 - Conhecimento das concepções e dificuldades dos alunos sobre os tópicos de Física – observou-se a retomada de conceitos importantes durante o desenvolvimento de novos conceitos, apresentação de resolução detalhada de exercícios e outros elementos que apontassem a intenção do autor de sanar possíveis dificuldades encontradas durante o aprendizado. Foram observadas poucas manifestações do CPC2 – Conhecimento dos Currículo de Física – nos materiais produzidos pelos licenciandos, tendo ocorrido basicamente como citações da BNCC e dos currículos estaduais. Isso se deve ao momento no qual a disciplina é cursada no curso e à falta de conhecimentos dos alunos sobre os aspectos curriculares.

Ao observarmos os elementos do subdomínio do CPC4, ou seja, de métodos de ensino que são eficazes para o ensino dos conhecimentos físicos, identificamos uma aplicação diversa de caixas de texto do tipo “Saiba Mais”, “Vamos pensar um pouco” e Visitando o passado”, uma grande variedade de roteiros experimentais com complexidade ideal para alunos do ensino médio, uso de simuladores computacionais e uma proposta de projeto interdisciplinar.

Estratégias como o uso de simuladores e construção de experimentos são extremamente fundamentais para o ensino de física, pois, permitem que os alunos visualizem e manipulem fenômenos físicos que muitas vezes são abstratos ou difíceis de

serem compreendidos, como, por exemplo, a variação de campos magnético, que pode ser facilmente demonstrada aos alunos utilizando ímãs, uma bobina e alguns LEDs.

Quanto aos métodos de avaliação identificamos uma tendência unânime em todos os materiais: a utilização de resolução de exercícios para fixação. Novamente devemos apontar que os licenciandos estão no meio de sua formação, no momento da elaboração desses materiais ainda não haviam cursado a disciplina de didática, por exemplo, onde são realizadas melhores interpretações sobre a avaliação do aprendizado. Assim, é compreensível que os licenciandos apresentam aqui a noção de avaliação do ensino pela qual foram submetidos na educação básica (tradicional conteúdo + exercícios) e nas etapas já cursadas no curso de formação de professores.

O Quadro 3 resume os elementos de cada subdomínio de CPC mobilizado pelos licenciandos em física expressos nos materiais didáticos produzidos por eles sobre eletricidade e magnetismo.

	CPC1	CPC2	CPC3	CPC4	CPC5
ELEMENTOS ESPECÍFICOS DE CADA CPC MOBILIZADO	Uso de imagem representativa	Referência ao currículo estadual	Retomada de conceito prévio	Destaque no texto em conceitos importantes	Propostas de questões reflexivas
	Desenvolvimento de equações	Apontamento das habilidades da BNCC no capítulo	Apresentação de exercícios resolvidos	Proposta de atividade experimental	Exercícios de revisão do conteúdo
	Contextualização com fenômenos da natureza		Quadro de texto complementar	Proposta de projeto interdisciplinar	Instruções acerca da atividade experimental
	Contextualização histórica		Resolução detalhada de questões	Uso de analogia	Questões sobre a atividade experimental
	Contextualização com observações experimentais		Apresentação de analogia para ajudar na compreensão de conceito abstrato	Uso de texto em quadrinhos	Construção de gráficos
	Uso de tabelas demonstrativas e descritivas		Uso de link para materiais complementares que reforçam o conteúdo	Uso e manipulação de simulador	
	Contextualização com equipamentos			Uso de quadro do tipo “Você sabia”,	

	elétricos do cotidiano			“Visitando o passado” e biografia	
	Uso de imagens reais (fotografias) de elementos de circuitos				

Quadro 3: Síntese dos elementos de CPC encontrados nos materiais didáticos produzidos pelos licenciandos em Física

Podemos inferir, devido à variedade e frequência de elementos identificados em todos os materiais que expressam a compreensão e domínio sobre as instruções sobre o processo de ensino da física, que a prática formativa de elaboração de materiais didáticos contribuiu significativamente para a construção desse subdomínio do CPC dos futuros professores de Física

Considerações finais: A prática de produção do material didático como espaço de mobilização de conhecimentos

De posse dos resultados encontrados nas análises realizadas podemos inferir que a atividade formativa de elaboração de materiais didáticos por futuros professores de física possui potencial de construir e evidenciar diversos elementos do CPC. Todavia, como esperado, uma vez que os futuros professores ainda não possuem vivência de sala de aula com alunos, alguns elementos não foram identificados em todos os capítulos elaborados, como podemos citar os elementos que apontam para o conhecimento do currículo (CPC2), foram mobilizadas poucas manifestações desse conhecimento no aspecto geral dos capítulos.

Podemos citar ainda o frequente e intenso uso de resolução de exercícios como forma de fixação de conteúdo e possivelmente avaliação do aprendizado, todos os materiais fizeram uso desse elemento, que expressa o CPC5, esse fato pode indicar que os licenciandos ainda carregam a concepção de vivências do ensino médio, onde muitas vezes é comum que o aprendizado seja avaliado apenas por meio de resolução de exercícios e avaliações sistemáticas.

Ao longo dos capítulos observamos outros elementos importantes como o uso de uma linguagem apropriada para o público da educação básica, uso de cores e fontes adequadas, apenas em um dos materiais apontamos que a escolha da fonte utilizada ao longo do texto não foi a ideal, devemos estar atentos ao fato de que alguns alunos podem possuir fragilidades da visão, com isso, textos com cores e formas que não favoreçam a leitura podem ser um obstáculo para o aprendizado.

Ao tratar sobre as formas de produção e geração de energia e das diferentes fontes de energias renováveis, os professores adentram ao debate sobre a importância da conscientização da preservação e recuperação do meio ambiente, do descarte correto de eletrônicos e do uso consciente da energia e de fontes de energia renováveis e não renováveis.

Ao realizar estudos sobre circuitos e suas características, fundamentados nas diversas leis e teorias, os alunos estão aptos a avaliar por exemplo quais os melhores tipos de fios para a constituição da rede elétrica de suas residências, melhor tipo de lâmpadas, avaliar a compra de equipamentos mais eficientes, reduzir o desperdício. Novamente observamos que habilidades para o desempenho da cidadania estão sendo construídas por meio do aprendizado de eletricidade e magnetismo, especialmente, nos tópicos e métodos apresentados pelos materiais aqui analisados.

Finalizada a análise dos materiais foi possível notar que a identificação de determinados conjuntos de elementos do CPC em um mesmo material podem ser indícios da construção de um perfil do futuro professor de física, ou seja, é possível notar uma tendência do uso com maior frequência de determinados recursos, como por exemplo, existem professores que propõem atividades experimentais com maior frequência, outros professores são mais favoráveis a utilização de recursos computacionais, ao passo que outros são mais dedicados a resolução de problemas.

Podemos concluir que a atividade formativa de elaboração de materiais didáticos possui potencial para a construção dos elementos do Conhecimento Pedagógico do Conteúdo, transcorrida a identificação de diversos elementos que expressam os subdomínios do CPC de futuros professores de física nos materiais sobre tópicos de eletricidade e magnetismo. Enfatizamos a necessidade premente de estudos que façam a devida relação entre as práticas formativas de professores e os conhecimentos desenvolvidos por essas práticas de formação.

Por fim, as informações constituídas nesta pesquisa e os dados mobilizados a respeito dos conhecimentos pedagógicos de conteúdo que são mobilizados por licenciados em física ao elaborarem os próprios materiais didáticos dão conta de fundamentar uma concepção importante para a formação de professores de física, a saber a caracterização da prática formativa de elaboração de materiais didáticos como potencial para a construção e mobilização de conhecimentos pedagógicos de conteúdo, fazendo assim com que este tipo de atividade passa a ser considerada um importante instrumento para a formação de professores de física a respeito do ensino de conteúdos específicos.

Outras pesquisas são necessárias a fim de compreender o papel da criação dos próprios materiais na mobilização de outros conhecimentos e na melhoria da qualidade dos conhecimentos de conteúdo de física construídos e mobilizados pelos licenciandos ao longo de seu processo formativo.

Referências

CALDATTO, M. E., SILVA, J. R. N.; Uma discussão sobre a formação de Professores promovida por um IES federal por meio da “Complementação Pedagógica para Não Licenciados”: o caso do professor de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 36, n. 1, p. 224 -255, 2019. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7008481>

EICHLER, M. L.; DEL PINO, J. C. A produção de material didático como estratégia de formação permanente de professores de ciências. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 9, n. 3, 2010. Disponível em: https://reec.educacioneditora.net/volumenes/volumen9/ART8_Vol9_N3.pdf

ETKINA, E. Pedagogical content knowledge and preparation of high school physics teachers. **Physical Review Special Topics: Physics Education Research**, v. 6, artigo 020110, 2010. Disponível em: <https://journals.aps.org/prper/abstract/10.1103/PhysRevSTPER.6.020110>

FERNANDEZ, C. Revisitando a base de conhecimentos e o conhecimento pedagógico do conteúdo (PCK) de professores de Ciências. **Revista Ensaio**, v. 17, n. 2, p. 500-528, 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/epec/a/jcNkTj9wx5GScw956ZGD4Bh/>

MELO NIÑO, L. V., MELLADO, V.; BUITRAGO, A. Desarrollo del conocimiento didáctico del contenido en el caso de la enseñanza de la carga eléctrica en Bachillerato desde la práctica de aula. **Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias**, vol. 13, núm. 2, abril, 2016, pp. 459-475. 2016. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5581974>

MELO-NIÑO L. V., CAÑADA, V. **El conocimiento didáctico del contenido como medio para la formación continua del profesorado de física**. In: Shigunov NETO, A. A Formação de Professores de Física em discussão: passado, presente e perspectivas/Alexandre Shigunov Neto; André Coelho da Silva; Dulce Maria Strieder e Ivan Fortunato; (org.). – Itapetininga: Edições Hipótese, 2020.

MELO-NIÑO, L. V.; MELLADO, V. Initial characterization of Colombian high school physics teachers' pedagogical content knowledge on electric fields. **Research in Science Education**, 47(1), 25-48. 2017. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11165-015-9488-44>

MÉNDEZ, M. C. O livro e a educação: aspectos políticos da produção do livro didático. **Formação de educadores: desafios e perspectivas**, p. 57, 2003.

NURULSARI, N. et. al. Exploring the Prospective of Pre-Service Physics Teacher's Pedagogical Content Knowledge: A Case Study. **Young Scholar Symposium on Science Education and Environment**, 2019, p. 1- 14. Disponível em: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1467/1/012023/meta>

OSTERMANN, F.; SANTOS, F. R. V. BNCC, Reforma do Ensino Médio e BNC-Formação: um pacote privatista, utilitarista minimalista que precisa ser revogado. **Caderno brasileiro de ensino de física**. Florianópolis. Vol. 38, n. 3 (dez. 2021), p. 1381-1387, 2021. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/236760/001137187.pdf?sequence=1>

PPC - AUTORES. Projeto Político Pedagógico do curso de Licenciatura em Física. AUTORES, 2022.

SANTOS, F. M. T. Unidades temáticas-produção de material didático por professores em formação inicial. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 2, n. 1, p. 1-11, 2007. Disponível em: <https://fisica.ufmt.br/eenciojs/index.php/eenci/article/view/243>

SHULMAN, L. S. Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. *Harvard educational review*, 57(1), 1-23. 1987. Disponível em: <https://meridian.allenpress.com/her/article-abstract/57/1/1/31319/Knowledge-and-Teaching-Foundations-of-the-New>

SHULMAN, L. S. Those who understand: Knowledge growth in teaching. **Educational researcher**, 15(2), 4-14. 1986. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.3102/0013189x015002004?journalCode=edra>

SILVA, E. L.; MARCONDES, M. E. R. Visões de contextualização de professores de química na elaboração de seus próprios materiais didáticos. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, v. 12, p. 101-118, 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/epec/a/4zHBSsbkT6fqB53byP5Vdns/?lang=pt>

SILVA, J. R., de ALMEIDA, M. V., PINA DA SILVA, A., AMEKU Neves, J.et. al. Base de conhecimentos para o ensino de professores de física em planejamento conjunto do tema energia e suas transformações. **Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias**, 15(2), 353-369. <https://doi.org/10.14483/23464712.14766>. 2020. Disponível em: <https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/GDLA/article/view/14766>

SPERANDEO-MINEO, R. M., FAZIO, C.; TARANTINO, G. Pedagogical content knowledge development and pre-service physics teacher education: A case study. **Research in Science Education**, 36(3), 235-268. 2006. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11165-005-9004-3>

WEITZEL, H.; BLANK, R. Pedagogical Content Knowledge in Peer Dialogues between Pre-Service Biology Teachers in the Planning of Science Lessons. Results of an Intervention Study. **Journal of Science Teacher Education**, 31(1), 75-93. 2020. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/1046560X.2019.1664874>

ZAMBON, L. B.; TERRAZZAN, E. A.; Livros didáticos de física e sua (sub)utilização no ensino médio. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)** [online]. 2017, v. 19. Acesso em 28 de dezembro de 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1983-21172017190114>

Submissão: 25/01/2024. **Aprovação:** 30/08/2024. **Publicação:** 25/04/2025.