



## BASE DE CONHECIMENTOS PARA O ENSINO DE PROFESSORES DE FÍSICA EMPLANEJAMENTO CONJUNTO DO TEMA ENERGIA E SUAS TRANSFORMAÇÕES

### THE TEACHING KNOWLEDGE BASES OF PHYSICS TEACHERS IN CONTEXT OF JOINT PLANNING ABOUT THE TOPIC ENERGY AND ITS CHANGINGS

### CONOCIMIENTOS FUNDAMENTALES PARA LA ENSEÑANZA A PROFESORES DE FÍSICA SOBRE LA PLANIFICACIÓN EN CONJUNTO DEL TEMA ENERGÍA Y SUS TRANSFORMACIONES

João Ricardo Neves da Silva\* , Marcus Vinícius de Almeida\*\* , Agenor Pina da Silva\*\*\*   
y Janine Ameku Neves\*\*\*\*

Cómo citar este artículo: Neves da Silva, J.R., Almeida, M.V., Pina da Silva, A. y Ameku Neves, J. (2020). Base de conocimientos 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. DOI: <https://doi.org/10.14483/23464712.14766>

#### Resumo

O objetivo deste trabalho foi identificar e analisar os elementos da base de conhecimentos para o ensino, fundamentalmente aqueles relacionados aos Conhecimentos Pedagógicos de Conteúdo que são expressos nas interações entre uma professora da Educação Básica, um licenciando em física e um professor formador, participantes de um Grupo de Planejamento Conjunto (GPC). Esse GPC planejou e executou uma atividade experimental investigativa sobre a temática “energia e suas transformações”. Todas as reuniões entre os membros do GPC foram gravadas em áudio e posteriormente transcritas para serem analisadas. Os resultados foram agrupados em categorias e analisados sob os fundamentos de referenciais que versam sobre a base de conhecimentos para o ensino de professores e os conhecimentos pedagógicos de conteúdo. Observou-se também a relação dos conhecimentos encontrados com o GPC e com a metodologia das atividades experimentais investigativas. As análises demonstram o potencial da formação de grupos de planejamento conjunto na ocorrência desses conhecimentos, com ênfase nos conhecimentos de conteúdo e pedagógicos de conteúdo, e contém elementos para a discussão sobre formas de abordagem formativas que contemplem o desenvolvimento da base de conhecimentos para o ensino.

**Palavras-chave:** formação de professores; física; conhecimentos pedagógicos de conteúdo; grupos de trabalho.

Recebido: 10 de abril de 2019; aprovado: 06 de agosto de 2019

\* Doutorado em Educação para as Ciências. Professor da Universidade Federal de Itajuba (UNIFEI), Minas Gerais, Brasil. Correio eletrônico: [jricardo.fisica@unifei.edu.br](mailto:jricardo.fisica@unifei.edu.br)

\*\* Licenciado em Física pela Universidade Federal de Itajuba (UNIFEI), Minas Gerais, Brasil. Correio eletrônico: [marcus-mva@hotmail.com](mailto:marcus-mva@hotmail.com)

\*\*\* Doutorado em Astrofísica. Professor da Universidade Federal de Itajuba (UNIFEI), Minas Gerais, Brasil. Correio eletrônico: [agenor@unifei.edu.br](mailto:agenor@unifei.edu.br)

\*\*\*\* Professora de Física da Educação Básica do estado de Minas Gerais e Mestre em Engenharia de Energia pela Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI). Correio eletrônico: [janine.fct@gmail.com](mailto:janine.fct@gmail.com)

## Abstract

The objective of this study was to identify and analyze the elements of the knowledge base for teaching, fundamentally those related to the Pedagogical Knowledge of Content (PCK) expressed in interactions among a high school teacher, a physics student, and a college physics professor—all of whom were participants in a Joint Planning Group (GPC). After the creation of a group dedicated to planning and executing an investigative experimental activity about the theme “energy and its changings,” all the interactions among the members of the group were recorded in audio and then transcribed. The transcripts were categorized from a priori categories and analyzed under the foundations of the references that deal with the knowledge base for the teaching of teachers and the pedagogical knowledge of content. The results were analyzed based on the elements of knowledge expressed and also in their relation with the GPC and the methodology of the investigative experimental activities. The analysis shows the potential of the formation of joint planning groups in the occurrence of this knowledge, with emphasis on the PCK, and contains elements for the discussion on formative approaches that point to the development of the knowledge base for teaching.

**Keywords:** teaching mathematics; algebra; didactic situations; elementary school.

## Resumen

El objetivo de este trabajo fue identificar y analizar los elementos de conocimientos fundamentales para la enseñanza, principalmente, aquellos relacionados con los *conocimientos pedagógicos de contenido* que se expresan en las interacciones entre una profesora de la escuela, un estudiante de pregrado en física y un profesor de la universidad, participantes de un Grupo de Planificación Conjunta (GPC). A partir de la constitución de este grupo dedicado a planificar y ejecutar una actividad de experimentación investigativa sobre la temática *energía y sus transformaciones*, se hicieron grabaciones en audio y se transcribieron todas las interacciones entre los participantes de este grupo. Las transcripciones fueron categorizadas a partir de criterios basados los referenciales teóricos y analizadas bajo teorías que hablan sobre los conocimientos fundamentales de profesores para la enseñanza y los conocimientos pedagógicos de contenido. Los resultados son comprendidos a partir de los elementos de conocimiento expresados por el grupo por medio de la metodología de las actividades experimentales investigativas. Los análisis muestran el potencial de la formación de grupos de planificación conjunta en la ocurrencia de esos conocimientos, con énfasis en los conocimientos de contenido y pedagógicos de contenido, y contiene elementos para la discusión acerca de las formas de abordaje formativas que contemplan el desarrollo de de conocimientos fundamentales para la enseñanza.

**Palabras clave:** formación de profesores; ciencias físicas; conocimiento didáctico del contenido; grupo de trabajo.

## **Sobre as dificuldades inerentes ao conceito de energia e a necessidade de processos formativos de professores em parceria: Introdução ao problema de pesquisa**

Esta pesquisa tem por objetivo principal identificar e analisar os elementos representativos da Base de Conhecimentos para o Ensino (BCE) expressos nas interações entre os participantes de um Grupo de Planejamento Conjunto (GPC), sendo este grupo composto por uma professora em exercício do magistério na Educação Básica, um licenciando em física e um professor formador da universidade, no decorrer da elaboração de uma atividade experimental investigativa sobre o tema “energia e suas transformações”.

Nesse intento, são objeto de análise a relação entre duas perspectivas temáticas fundamentais no processo formativo de professores de física. A saber, as possibilidades da interação entre professores em exercício e licenciandos na elaboração de sequências didáticas e atividades a serem desenvolvidas em sala de aula (Carnio, Lopes, Mendonça, 2016, Nogueira, Neves da Silva, 2017) e os elementos constitutivos da BCE de professores. Estes elementos são aqui expressos a partir da teoria dos Conhecimentos Pedagógicos de Conteúdo (CPC) e suas reformulações, que incluem novas categorias de conhecimento. (Shulman, 1987; Park, Oliver, 2008; Etkina, 2010; Melo-Niño *et al.*; 2017, Melo-Niño, Mellado, Buitrago, 2016; Verdugo-Perona, Solaz-Portolés, Sanjosé-López, 2016; Marcon, 2013; Cochran-Smith, Lytle, 1993). Em nosso caso, a construção dessa relação se desenvolve a partir do estudo de um caso específico da elaboração conjunta de uma abordagem para um tema fundamental na estrutura dos conteúdos escolares em física, neste caso, “energia e suas transformações”.

No ensino de física, o conceito de energia é considerado um dos mais difíceis de serem construídos, tanto do ponto de vista do ensino – trabalho docente - quanto da aprendizagem, seja por razões epistemológicas ou por razões didáticas oriundas

da própria prática docente ao ensinar esse conceito. Lino (2016), ao discutir as dificuldades na construção conceitual da ideia de energia, aponta que podemos

[...] notar uma série de definições que se repetem tanto no sentido físico da palavra quanto no sentido figurado. De forma geral, os dicionários apresentam uma definição próxima ao seu significado etimológico: energia como capacidade de um corpo ou sistema de realizar um trabalho. Esta definição não deixa de ser próxima também daquela que os livros de Ciências fornecem sobre a energia. Também podemos verificar na maioria dos dicionários, em sentido figurativo, uma certa repetição de significados, os quais são equívocos utilizados com frequência em nosso cotidiano. (Lino, 2016 p. 22)

Analisando por esta perspectiva, é imprescindível que o ensino do conteúdo de energia seja realizado de forma articulada com os fenômenos naturais reais e se efetive em atividades que levem a uma reflexão do aluno sobre o fenômeno, tais como as atividades experimentais investigativas. Ainda, é fundamental que as abordagens metodológicas executadas pelos professores para a construção do conceito de energia estejam em constante revisão e aprimoramento, seja nos processos de formação inicial ou continuada de professores de física.

Partindo dessa constatação sobre a dificuldade de se contextualizar e construir corretamente o conceito de energia junto aos alunos do Ensino Médio, elaborase o seguinte questionamento: De que forma podemos desenvolver junto aos professores de física da educação básica estratégias de ensino e construção de conceitos acerca dos processos de transformação de energia? Ou, em outras palavras, como formar professores – iniciantes e em exercício – para uma melhor abordagem do conceito de energia?

É na esteira dessa dificuldade conceitual inerente à construção desses conceitos e da tentativa de buscar estratégias formativas de professores para o trato dos mesmos que se busca desenvolver a

análise de um processo de formação voltado a este fim. Assim, neste trabalho realizou-se um estudo das possibilidades decorrentes da elaboração conjunta de uma atividade didática para a formação conceitual e pedagógica de professores e futuros professores de física. Esta compreensão é realizada a partir da análise dos elementos representativos da BCE expressas pelos membros de um GPC voltado à criação conjunta de uma atividade didática planejada especificamente para ensino do conceito de energia e suas transformações.

O plano de trabalho desta pesquisa está assentado na construção de estratégias de formação inicial e continuada de professores para refletirem, planejarem e principalmente, criarem abordagens e processos de ensino de conceitos/tópicos específicos de física. Isso se dá, por exemplo, a partir da formação de professores que comungue em um mesmo espaço de discussão e produção de metodologias e estratégias de ensino os professores em exercício do magistério e os futuros professores de física, ou seja, os alunos de licenciatura.

Por isso, apontamos para a perspectiva teórica da formação de grupos de professores que já há muito é discutida pela literatura nas áreas de Educação e Ensino de Ciências e que discorrem sobre as possibilidades formativas dos grupos de professores, como os trabalhos como os de Santos (2013) e Lopes (2013), por exemplo. Segundo esta autora,

a profissionalização docente deva ser imersa em esferas de debate que incluam, primordialmente, os agentes mais diretos. Neste caso, os agentes envolvidos são os próprios professores, que são “capazes de avaliar em plena consciência, o trabalho de seus pares” (idem, p. 6). Estes agentes vivenciam e compartilham problemas, possibilidades, experiências, entre outros elementos que compõem os mundos subjetivo, objetivo e social. (Lopes, 2013 p. 66)

Assim, esta pesquisa não está pautada apenas na aplicação de uma atividade didática sobre energia e suas transformações com alunos, mas também na construção de conhecimentos por professores e

licenciandos em um processo de planejamento conjunto dessa atividade. A partir disso, os objetivos da pesquisa podem ser definidos nos seguintes termos:

- Identificar os elementos da base de conhecimentos para o ensino expressos nas interações entre os membros de um GPC ao longo de um planejamento conjunto de uma atividade didática sobre energia e suas transformações.
- Evidenciar as influências do processo de planejamento conjunto e dos conteúdos debatidos na construção dos elementos da base de conhecimentos para o ensino encontrados.

### **1. A formação de grupos de planejamento conjunto e a base de conhecimentos para o ensino: Fundamentações do processo**

É imperativo na compreensão dos aspectos teóricos e metodológicos desta pesquisa a constituição intencional de espaços e situações de formação que agreguem licenciandos e professores em situações de criação conjunta de atividades e metodologias de ensino de física. Barcelos, Villani (2006) apontam para a necessidade de integração entre os dois âmbitos da formação a partir da ideia de que os aspectos presentes na prática cotidiana complementam as visões teóricas apresentadas na formação inicial e a recíproca é verdadeira. Para eles,

[...] de um lado, a pouca articulação entre as várias atividades que constituem o currículo de formação dos licenciandos na universidade parece minar a possibilidade de visibilidade das propostas teóricas apresentadas. De outro lado, a falta de projetos que fortaleçam os vínculos entre a Educação Superior nas instituições formadoras de professores e as instituições de Educação Básica, para que haja trocas entre a universidade e a escola, parece tornar a formação inicial muito teórica e pouco realista. (Barcelos, Villani, 2006 p. 74)

Entretanto, ainda carecemos, principalmente na área de Ensino de Ciências e Física, de estudos sobre

os processos de criação de ações educativas que envolvam professores e licenciandos. Desse modo, entendemos que o princípio dessa pesquisa está em compreender as possibilidades de formação (inicial e continuada) de professores de física em processos de planejamento conjunto e as construções de conhecimentos decorrentes desse processo.

Sobre esta perspectiva formativa, diversos trabalhos já contribuíram na discussão do papel da formação de grupos de professores para suas práticas em sala de aula. Pesquisas como a de Bortoletto (2011), Santos (2013), Carnio (2017), por exemplo, analisaram as potencialidades da constituição de grupos de professores – chamados por eles de PGP - na formação crítica de professores atuantes na educação básica. A construção da autonomia docente em um grupo de professores reunidos em torno da criação conjunta de um projeto temático foi analisada por Nogueira, Neves da Silva (2017). Para eles,

[...] a possibilidade de os professores pesquisarem e elaborarem em conjunto as abordagens de um projeto na escola pode ser compreendida teoricamente como um caminho de relação entre as concepções construídas em conjunto e as possibilidades efetivas de atuação nas suas escolas e em seus contextos de trabalho (Nogueira, Neves da Silva, 2017 p. 49).

Visto que esses são os resultados já expressos pela literatura que pesquisou e apresentou resultados sobre esta questão, aqui se apresenta outra possibilidade teórica para analisar o potencial dos GPC como estratégia de formação de professores. Elabora-se aqui, teoricamente, a necessidade de desenvolvimento de elementos da BCE por professores de física pautados em referenciais que discutem os conhecimentos necessários para a atuação docente como, por exemplo, nos trabalhos de Shulman (1986, 1987). Em um dos principais estudos deste autor (Shulman, 1987, tradução de 2015), foram cunhados os conceitos que constituem a base de conhecimentos para o ensino. No questionamento do autor, se os conhecimentos do professor fosse

organizado num manual, numa enciclopédia ou em algum outro formato de aglomeração de conhecimento, como seriam os títulos das categorias? Para ele,

No mínimo, deveriam incluir: • conhecimento do conteúdo; • conhecimento pedagógico geral, com especial referência aos princípios e estratégias mais abrangentes de gerenciamento e organização de sala de aula, que parecem transcender a matéria; • conhecimento do currículo, particularmente dos materiais e programas que servem como “ferramentas do ofício” para os professores; • conhecimento pedagógico do conteúdo, esse amálgama especial de conteúdo e pedagogia que é o terreno exclusivo dos professores, seu meio especial de compreensão profissional; • conhecimento dos alunos e de suas características; • conhecimento de contextos educacionais, 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 • conhecimento dos fins, propósitos e valores da educação e de sua base histórica e filosófica (Shulman, 1987 p. 12).

Assim, na construção de categorias de conhecimentos fundamentais para a atuação docente em conteúdos específicos, o autor elenca uma série de características que são imprescindíveis na formação completa de um professor que leciona disciplinas específicas do currículo. A principal inovação, que se constituiu em objeto de estudos teóricos e principalmente de ações práticas de formação de professores, está na presença do CPC, uma categoria de conhecimentos que diz respeito àquilo que o professor conhece sobre as estratégias de ensino e as formas de construção dos conhecimentos específicos. É a partir desse conjunto de conhecimento que se iniciam muitas outras pesquisas e discussões teóricas concentradas na busca pela renovação das categorias que constituem a BCE.

Pesquisa como as de Cochran-Smith, Lytle (1993), Mizukami (2004) e Marcon (2013), se apoiam claramente na classificação de Shulman (1987) e buscam

elucidar o processo de constituição e expressão dessas categorias de conhecimento pertencente à BCE na formação inicial de professores, aspecto importante também nesta pesquisa. Segundo Marcon (2013), há na literatura três perspectivas de análise das propostas de do referencial original em discussão na comunidade acadêmica. Para ele, uma delas

se apoia na própria proposta de Shulman (1987), com a base de conhecimentos constituída por sete diferentes integrantes, relativamente, aos conhecimentos de conteúdo; pedagógico geral; do currículo; dos alunos e suas características; do contexto educacional; dos fins, propósitos e valores educacionais; e s pedagógicos de conteúdo (Marcon, 2013 p. 44).

A BCE é a perspectiva sobre a qual se assenta, nesta pesquisa, a análise de um processo formativo específico de formação de professores de física. Fundamentalmente, o olhar desta pesquisa está nos CPC, componente da base a qual se relacionam os conhecimentos necessários à construção das estratégias de ensino de física e que, certamente, se relacionam com todas as outras categorias de conhecimento. A pesar de Shulman (1987) ter estabelecido as bases dos conhecimentos dos professores, outros pesquisadores continuaram a discussão sobre esse tema e geraram modelos elaborados, nos quais outras categorias de análise foram incorporadas, tais como: Etkina (2010); Melo-Niño, Mellado, Buitrago (2016); Lee, Luft (2008); Cortes-Junior, Sá (2017); Verdugo-Perona, Solaz-Portolés, Sanjosé-López (2016).

O CPC contempla as diferentes maneiras de se abordar e apresentar os tópicos de uma área do conhecimento, de modo a torná-los mais compreensíveis para os alunos. Assim, este conhecimento abarca a compreensão do que facilita ou dificulta aprendizagem de um tópico, bem como a de que alunos de diferentes faixas etárias e portadores de diferentes experiências de vida trazem conceitos que podem interferir na aprendizagem desse tópico. Mais além, os CPC englobam a habilidade de planejar, propor, criar atividades a abordagens didáticas que apontem para a construção de conceitos, neste

caso, de Física. De acordo com Marcon (2013 p. 71), para que

os conhecimentos relacionados ao conteúdo possam ser ensinados, além de necessitarem estar bem estruturados no interior da base, eles terão de passar por um tratamento, sob o ponto de vista do seu ensino, por uma transformação à luz dos conhecimentos pedagógicos e dos demais conhecimentos concernentes à situação de ensino e aprendizagem.

No que se refere especificamente ao estudo dos BCE na formação de professores de física, Etkina (2010), baseada principalmente nas teorizações até aqui apresentadas e nas discussões posteriores relativas ao CPC, propõe um modelo formativo destinado aos professores de física composto pelo: a) conhecimento do conteúdo (CC) que abarca “os conceitos e leis da física e os métodos da investigação científica” (p. 01, tradução nossa); b) conhecimento pedagógico geral (CP), caracterizado como sendo o “conhecimentos gerais sobre como as pessoas aprendem e sobre o funcionamento da escola” (p. 01, tradução nossa); c) conhecimento pedagógico de conteúdo (CPC) como sendo um entendimento e uma habilidade que os professores de física possuem para integrar os conhecimentos físicos à elementos que promovem e facilitam a aprendizagem dos estudantes.

Tal categorização foi utilizada, por exemplo, por Caldato, Neves da Silva (2019) como critério de avaliação de um programa brasileiro de formação de professores de física. A partir dessa classificação, o CPC dos professores de física pode ser associado, entre outros, aos métodos específicos de resolução de problemas físicos, à investigação experimental característica da física, ao conhecimento do currículo escolar de física, às concepções de estudantes sobre os conceitos físicos e as estratégias que favorecem a mudança delas, etc. Ou seja, o CPC é, muito provavelmente, a categoria que melhor distingue a formação do professor de física, do pedagogo e do físico profissional (Shulman, 1987; Etkina, 2010).

Outros pesquisadores recentemente vêm investigando e contribuindo para os estudos sobre o desenvolvimento dos CPC e suas possibilidades na formação de professores de física. Por exemplo, Melo-Niño, Mellado, Buitrago (2016), investigando às demandas profissionais desses docentes, concluíram que,

o conhecimento pedagógico de conteúdo, no planejamento, é cada vez mais elaborado à medida em que a professora adquire mais confiança no conteúdo que ensina, adquire uma maior compreensão dos contextos de ensino, revisa suas práticas docentes e planeja e cria novas formas de representação didática (Melo-Niño, Mellado, Buitrago, 2016 p. 146, tradução nossa).

Ainda segundo essas autoras, as mudanças nos conhecimentos profissionais dos professores carregam obstáculos tanto oriundos da sua formação inicial quanto da sua experiência profissional. Afirmam que “ao se considerar os CPC como coração do conhecimento profissional, seu desenvolvimento requer papel relevante nos processos de formação e de desenvolvimento profissional de docentes” (Melo-Niño, Cañada, Mellado, 2017 p. 470, tradução nossa). Esta reflexão nos permite apontar para a possibilidade dessa relação que se pretende construir entre as duas instâncias da formação de professores de física na construção de um planejamento conjunto.

Com os aspectos teóricos discutidos acima, destacamos sobre a necessidade do desenvolvimento e avaliação de processos formativos de professores de física que visem à construção de CPC relativo aos vários conceitos e temas de física.

## 2. Aspectos metodológicos: Coleta e análise de dados da pesquisa

Esta pesquisa se concentrou em identificar e analisar os elementos representativos da BCE que foram desenvolvidos pelos membros de um GPC no planejamento de uma atividade investigativa sobre o tema energia e suas transformações. Para fins de

compreensão, foram nomeados de “Professora” a professora da Educação Básica parceira, de “Licenciando” o professor em formação inicial (estudante de licenciatura em física) e de “Formador” o professor da universidade participante do grupo. Os participantes desse grupo tinham como principal tarefa elaborar uma atividade experimental investigativa e também o roteiro de orientação desta atividade sobre a temática “energia e suas transformações”.

Foram realizadas seis reuniões para a elaboração desta projeto, a saber: 1) elaboração de uma atividade experimental levando em conta demandas da professora parceira; 2 e 3) a criação conjunta de um roteiro para guiar a atividade experimental; 4) desenvolvimento, em parceria, da atividade em sala de aula; 5 análise dos dados obtidos; 6) avaliação da atividade. Todas esas reuniões foram gravadas em áudio e ranscritas para análise.

O processo de análise foi realizado por meio da categorização dos conhecimentos expressos nas falas dos participantes do GPC. As categorias utilizadas, construídas a partir dos elementos de conhecimentos da BCE estão mostradas na Tabela 1. As categorias adotadas neste trabalho são aquelas apresentadas em Cochran-Smith, Lytle (1993) e reinterpretadas por pesquisa mais atuais, tais como Marcon (2013), Etkina (2010). Esta escolha de categorias se dá pela agregação teórica já realizada desse conjunto de conhecimentos ao processo formativo de professores de física, tal qual esta pesquisa.

Os conhecimentos representados pelos termos A, B, C, D e E são os agrupamentos e se referem aos grupos dos conhecimentos pertencentes à BCE. As categorias designadas pelos termos A1, B2, C3, D2, E1, etc, representam os elementos de cada um dos grupos de conhecimentos.

Assim, a partir das transcrições das gravações em áudio de todo o processo de planejamento conjunto, a busca por unidades de análise – excertos – se deu em vista dos agrupamentos e das categorias explicitadas na Tabela 1 e foi possível identificar e agrupar os momentos nos quais os membros do GPC expressam elementos representativos de algum dos conhecimento.

Tabela 1. Agrupamentos e Categorias de análise dos elementos de conhecimentos da BCE.

A: Conhecimento Pedagógico Geral (CPG)	B: Conhecimento de Conteúdo (CC)	C: Conhecimento Pedagógico de Conteúdo (CPC)	D: Conhecimento dos Alunos (CA)	E: Conhecimento do Contexto (CCo)
<b>A1:</b> Conhecimento sobre o funcionamento da escola, gestão e organização da escola.	<b>B1:</b> Conhecimento das leis da física e das grandezas fundamentais.	<b>C1:</b> Conhecimento sobre métodos e abordagens de ensino de física, tais como experimentação e investigação, abordagem temática ou CTS, etc.	<b>D1:</b> Conhecimento das concepções prévias dos alunos a respeito do conteúdo.	<b>E1:</b> Conhecimento da realidade socioeconômica da escola e dos alunos.
<b>A2:</b> Conhecimento das formas de aprendizagem dos alunos e suas diversidades cognitivas.	<b>B2:</b> Conhecimento das relações conceituais e matemáticas entre os conceitos e grandezas da física.	<b>C2:</b> Conhecimento sobre o currículo de física e os conceitos físicos em linguagem escolar.	<b>D2:</b> Conhecimento dos interesses e vivências cotidianas dos alunos que estão relacionados com o conteúdo.	<b>E2:</b> Conhecimento da estrutura organizacional e dos objetivos gerais da escola.
<b>A3:</b> Conhecimento sobre as fundamentações teóricas dos processos educativos, fundamentalmente os valores que cercam o processo educativo.	<b>B3:</b> Conhecimento do processo de construção das leis da física e como a ciência constrói conhecimentos (história e epistemologia do conhecimento físico).	<b>C3:</b> Conhecimento dos materiais didáticos e instrumentos específicos do ensino de física.	<b>D3:</b> Conhecimento das características da aprendizagem dos alunos e suas facilidades e dificuldades no processo de aprendizagem.	<b>E3:</b> Conhecimento das dimensões políticas e organizacionais do sistema escolar no qual o professor está inserido. insere.
<b>A4:</b> Conhecimento sobre estratégias gerais de ensino, tais como grupos de trabalho, aprendizagem colaborativa, etc.	<b>B4:</b> Conhecimentos sobre os processos de construção de conhecimento físico de base experimental.	<b>C4:</b> Conhecimento das concepções e dificuldades mais comuns dos alunos em diversos conceitos físicos.		<b>E4:</b> Conhecimento da organização e divisão de grupos em cada turma e seus impactos na aprendizagem dos alunos.
		<b>C5:</b> Conhecimento de métodos de avaliação específicos que captem a manifestação das relações entre conceitos e do pensamento físico nos alunos		

**Fonte:** Elaborado pelos autores (Baseados em Etkina, 2010; Shulman, 1987; Cochran-Smith, Lytle 1993; Marcon, 2013; Caldatto, Neves da Silva, 2019).

### 3. Os conhecimentos manifestados pelos membros de um GPC: Apresentação e discussão dos resultados

O primeiro foco deste trabalho foi buscar os elementos representativos (excertos) relacionados com o Agrupamento A – Conhecimento Pedagógico Geral (CPG), cujos resultados encontrados estão mostrados no Quadro 1.

A respeito dos CPG manifestados nas interações entre os membros do GPC, foi possível perceber que foram poucos os momentos nos quais estes foram detectados. Dada também a natureza da atividade que estava sendo desenvolvida, é de se supor que seriam mesmo escassos os conhecimentos

desenvolvidos com respeito às características da aprendizagem dos alunos ou às características burocráticas das escolas e seus documentos orientadores. Ainda assim, foi possível identificar a presença da categoria de conhecimento A1 (Conhecimento sobre o funcionamento da escola, gestão e organização da escola) e A4 (Conhecimento sobre estratégias gerais de ensino, tais como grupos de trabalho, aprendizagem colaborativa, etc), quando da necessidade de planejar as estratégias de execução da proposta.

Nos Quadros 2 e 3 são explicitados e analisados os elementos do Agrupamento B - Conhecimentos de Conteúdo (CC) - manifestados nas interações dos participantes do GPC.



**Quadro 1.** Categorização dos dados do Agrupamento A – Conhecimentos Pedagógico Geral.

Linha	Excerto	Categorização
2.1	<b>Professora:</b> “Vai ser na escola... Eu coloquei na escola por causa da sua demanda. É melhor que a gente vai fazer lá”	A1
2.2	<b>Professora:</b> “Teve CBC... fizeram aqui uma vez essa abordagem sobre as competências... Nesse caso, tem a ver com a gente fazer eles executarem os experimentos para eles desenvolverem as habilidades de investigação... O currículo do estado tem essa habilidade, podemos pegar por ela...”	A4

**Fonte:** elaborado pelos autores.

**Quadro 2.** Categorização dos dados do Agrupamento B – Conhecimentos de Conteúdo.

Linha	Excerto	Categorização
3.1	<b>Professora:</b> “Mas às vezes não tem os cálculos que fazem para energia eólica que dependendo do tanto de hélice ou da velocidade do vento a turbina trava...Então nem sempre é um monte de ar”	B4
3.2	<b>Licenciando:</b> “E também a eficiência muda né? Porque tem a questão custo-benefício aí tem a questão de gasto.”	B1
3.3	<b>Licenciando:</b> “Porque que a luz do abajur e a luz do sol fazem a mesma coisa, as duas conseguem fazer funcionar a plaquinha.”	B4
3.4	<b>Formador:</b> “Eu acho que é muito por causa de intensidade... Porque é o mesmo tipo de radiação. O que importa é que seja radiação visível. Acho legal isso, essa pergunta. O que é legal da placa para explicar é que esse sistema dela aí deve ser um sistema que é capaz de absorver a frequência do visível, seja qual for a fonte, o sol ou a lâmpada, sendo luz visível, ele absorve.”	B4
3.5	<b>Professora:</b> “Aí você tá aí você consegue fazer a curva é ótimo é mais complexo do que a gente consegue explicar porque tem um limite também que a gente acha que quanto mais ela está melhor né... Mas às vezes não tem os cálculos que fazem para energia eólica que dependendo do tanto de hélice ou da velocidade do vento a turbina trava... Então nem sempre é um monte de ar... Vocês entendem como explicar isso?”	B4

**Fonte:** elaborado pelos autores.

Os excertos do planejamento conjunto explicitados no Quadro 2 dão conta de representar a maioria dos CC encontrados nas falas de todos os participantes do GPC. Ressalta-se que não se trata da totalidade das falas categorizadas nesse agrupamento, mas aquelas que são representativas dessa totalidade, de modo que estas nos permitem destacar a presença majoritária das categorias B1 (Conhecimento das leis da Física e das grandezas fundamentais) e B4 (Conhecimentos sobre os processos de construção de conhecimento físico de base experimental) durante este processo estudado.

A fim de exemplificar a análise dos CC, destaca-se um momento particular desse planejamento

conjunto, no qual a Professora e o Licenciando debatem o conteúdo relativo à eletrólise, como observamos no Quadro 3.

Durante a análise foi possível constatar que as categorias B1 e B4 são as mais presentes nas falas dos participantes do GPC, o que se justifica na própria natureza da atividade que estava sendo planejada, uma atividade experimental de característica investigativa. Nesses moldes, é esperado que este processo, no que diz respeito à sua capacidade de estimular a apreensão de conteúdos específicos de física, retorne discussões a respeito dos conceitos físicos pertencentes ao experimento e a respeito do próprio processo de experimentação.

**Quadro 3.** Discussão, ainda no Agrupamento B – Conhecimentos de Conteúdo.

Linha	Excerto	Categoria
4.1	<b>Professora:</b> “Então o efeito fotoelétrico e eletrólise são duas coisas que a gente vai ter que trabalhar antes porque as fontes de energia que a gente tá usando né que é por exemplo a plaquinha de hidrogênio e a placa solar elas não funcionam transformando a energia do movimento em energia elétrica.”	B1
4.2	<b>Licenciando:</b> “Mas eu acho que essa plaquinha deve funcionar de outra maneira que não é o efeito fotoelétrico. Das outras fontes de energia eu acho que é por aí mesmo...Mas da plaquinha tem alguma coisa de reação química...Você está procurando aí?”	B1
4.3	<b>Professora:</b> “Sim...Tem aqui no manual e na internet...Deixa eu ver...Ah sim, então não é exatamente efeito fotoelétrico...Tem a ver com o material. É silício que é excitado pela energia da luz solar e desprende elétrons.”	B1
4.4	<b>Licenciando:</b> “Legal...Então a gente tem que colocar isso na aula. Tem aqui uma explicação da reação química que ocorre e porque desprende...Vamos colocar isso na aula, mas também explicar o efeito fotoelétrico...De desprender por causa da luz...”	B1

**Fonte:** elaborado pelos autores.

Assim, é possível afirmar que elementos de conteúdos específico sobre energia e suas transformações foram mobilizados e aprimorados pelos membros do GPC ao discutirem sua forma de explicação, como por exemplo nas discussões expressas nas linhas 3.1 e 4.2, nas quais os participantes estão debatendo e concluindo sobre as grandezas que influenciam, respectivamente, na eficiência de produção de energia.

O que também foi possível verificar é que, ao desenvolverem a construção conjunta de uma proposta de prática de sala de aula desde seu princípio, a criação do experimento, as perguntas, o roteiro de orientação e a avaliação, os membros mobilizaram seus conhecimentos sobre os seguintes aspectos do tema em estudo: potência e eficiência na geração de energia elétrica, funcionamento dos motores elétricos e energia da radiação visível. Isso fica explícito ao se observar, em ordem crescente – da linha 4.1 até a linha 4.4 – as interações expressas no Quadro 3. Essas constatações vão ao encontro da argumentação de Verdugo-Penona, Solaz-Portolés, Sanjosé-Lopes (2016 p. 595), que, ao pesquisarem as relações entre os CC e os CPC em outras pesquisas, encontraram

que os professores que tinham um CC elevado também tinham um maior conhecimento dos estudantes. Além disso, observaram que as limitações no CC geravam problemas para determinar os objetivos da aprendizagem, os conceitos-chave, as atividades de aprendizagem ideias e as estratégias de ensino mais pertinentes.

Ademais, se destacam as falas expressas nas linhas 3.3 e 3.4, nas quais são discutidos elementos teóricos dos experimentos que estão sendo explorados. Percebe-se a mobilização de conhecimentos de conteúdo aplicados especificamente ao processo do experimento, grandezas que influenciam seu funcionamento e principalmente as estratégias experimentais que devem ser adotadas com os estudantes, em sala de aula, para que eles compreendam as grandezas que se pretende ensinar.

Os elementos do Agrupamento C – Conhecimento Pedagógico de Conteúdo (CPC), pertencentes ao agrupamento C, estão mostrados no Quadro 4, sendo estes os principais tipos de conhecimento, na perspectiva dos nossos referenciais teóricos, a serem desenvolvidos no processo formativo de professores.

**Quadro 4.** Categorização dos dados do Agrupamento C – Conhecimentos Pedagógicos de Conteúdo.

Linha	Excerto	Categorização
5.1	<b>Formador:</b> “Por isso que ela trouxe planejamento de conteúdos para a gente poder pensar... assim... o kit atividade a gente pode fazer em cada sala e a gente podia pensar assim... você vai ser experimental ou se vai ser o uso de algum material que nós temos sempre para construir uma ideia de energia”	C1
5.2	<b>Professora:</b> “Eu acho que deu certo aquele modelinho de reportagens. Eu separei exatamente reportagens que tem a ver com energia elétrica com consumo. Isso deu muito certo é uma coisa que eu queria repetir uma outra coisa que eu queria testar”	C3
5.3	<b>Licenciando:</b> “Tem dois kits que são de carrinhos. Uma célula fotovoltaica, um carrinho que funciona inteiro por célula de hidrogênio e o outro kit que trata dos vários tipos de energia, que fala de energia fotovoltaica. De painel solar eram três coisinhas e outra coisa que remete a energia eólica e que eu preciso saber o que que é que eu não lembro.”	C3
5.4	<b>Professora:</b> “Então isso é uma coisa que a gente podia fazer junto aqui porque eu tô com bastante interesse em mexer nisso de montar. Eu levei na escola, agora a gente precisa aprimorar isso para tentar usar esses experimentos esses carrinhos que estão aqui que estão prontos e que são experimentos que tratam exatamente do tema que eu queria tratar, que são fontes renováveis de energia”	C3
5.5	<b>Formador:</b> “A gente tem que pensar assim... Se a gente fosse trabalhar com esses carrinhos lá na escola, que funcionam com vários tipos de energia, o que que a gente ia elaborar o que que a gente ia pedir para eles fazerem tipo um passo a passo?”	C1
5.6	<b>Licenciando:</b> “E aí são as perguntas que vão fazer com que eles se movam discutam e vão atrás de explicar?”	C5
5.7	<b>Licenciando:</b> “Qual tipo de energia, ou seja, qual conceito de energia a gente quer passar primeiro? Se a energia mecânica no primeiro ano, energia térmica no segundo ou energia elétrica no terceiro”	C2
5.8	<b>Professora:</b> “Mas de repente a gente pensa em alguma outra forma de cobrar o assunto e avaliar se eles sabem como fazer cartazes e uma outra forma de explicar. Assim... eu não tenho muita experiência nisso mas eu acho que a gente podia tentar também.”	C2
5.9	<b>Licenciando:</b> “Então a gente podia tentar estabelecer alguns fatores na atividade experimental que fizessem eles perceberem qual dos tipos de energia o menos impactante com a mesma eficiência que ele sabe relacionar custo-benefício ou quantidade produzida e quantidade necessária.”	C1
5.10	<b>Formador:</b> “...se a gente conseguir trabalhar com essa energia eólica... com a célula solar... mover as duas coisas com a célula solar e fazer com isso o carrinho se mover o carrinho... então a gente já está falando de dois tipos de energia a gente pode considerar que a energia proveniente da eletrólise é legal e não renovável Por que a gente precisa alimentar ele com água o tempo inteiro será?”	C1
5.11	<b>Licenciando:</b> “a gente vai ter que pensar em um tipo de trabalho com os alunos de colocar no roteiro algo que cada grupo possa fazer uma parte cada grupo possam fazer uma etapa da investigação”	C1
5.12	<b>Professora:</b> “...porque eu pensei em fazer isso ao contrário do que eu fiz o ano passado sozinha... que eu acabei fazendo só uma exibição para eles e não é esse o caso não... Então eu queria pensar nessa coisa assim a provocar a discussão para levar eles a reflexão para eles responderem o roteiro. Não de exibir o experimento”	C1
5.13	<b>Professora:</b> “acho que a gente tem que pensar em perguntas mais diretas e o coisas mais orientadas por que deixar isso para eles a vontade eles não vão fazer ninguém vai anotar nada. Essa história de descreva com as suas palavras e anote o que vocês viram isso não vai rolar não porque eles não anotam... tem que ser uma coisa direta mais direta que eles façam exatamente alguma coisa que pode vir a ser uma conclusão de cada um sabe”	C4, C5
5.14	<b>Licenciando:</b> “...é porque aí o que que a gente vai ter que pensar agora é o que que a gente vai pedir para eles registrarem e quando a gente tiver fazendo cada experimento.”	C5
5.15	<b>Professora:</b> “...é porque só olhar é 20 minutos de êxtase que eles acham tudo legal mas ela dura mais que isso então a gente tem que criar passo a passo e cada passo tem que ter uma anotação.”	C4, A2
5.16	<b>Licenciando:</b> “Então vem quais as perguntas que a gente vai fazer? Quais as coisas que a gente vai pedir para eles fazerem com carrinho? Ou seja qual conceito de energia a gente quer passar primeiro se a energia mecânica no primeiro energia térmica no segundo energia elétrica no terceiro?”	C1, C2

Fonte: elaborado pelos autores.

O que fica mais evidente na análise é a presença majoritária dos CPC relacionados à métodos e abordagens de ensino de física (C1) e materiais didáticos e instrumentos específicos do ensino de física (C3). Essa evidência é uma característica marcante do planejamento conjunto de atividades experimentais, visto que coloca em situação de criação os professores que discutem e elaboram práticas específicas. É, portanto, imperativo desse processo que se encontrem conhecimentos relacionados a estratégias de ensino de física. O destacável aqui é a possibilidade de relacionar a estratégia de planejamento conjunto de práticas de sala de aula com o desenvolvimento – ou a articulação – de CPC na construção de uma atividade. Muitos trabalhos, tais como Talanquer (2005); Appleton (2008); Henze, Van Driel, Verloop (2008), descrevem o papel dos CPC na formação de professores, incrementando e aprofundando a discussão sobre suas formas de utilização como evidência de formação de professores. Verdugo-Perona, Solaz-Portolés, Sanjosé-López (2017) contribuem com um exemplo disso. Segundo esses autores,

Talanquer (2005) describió en su estudio con profesores de secundaria en formación una actividad de carácter indagativo, relacionada con la tabla periódica de elementos, cuyo objetivo principal era desarrollar el CDC de esos futuros profesores. En concreto, observó que esta actividad permitía a estos profesores: a) integrar sus conocimientos sobre las propiedades de los elementos químicos y su periodicidad, b) identificar los puntos que los estudiantes necesitan entender para desarrollar una completa comprensión de la tabla periódica, y c) reconocer las dificultades con que las que se encontraron dichos estudiantes para interpretar la información química contenida en la tabla periódica (Verdugo-Perona, Solaz-Portolés, Sanjosé-López, 2017 p. 598).

Em uma análise mais pormenorizada desses CPC encontrados nas falas dos integrantes do grupo, pode-se mencionar a interação entre a professora e o licenciando expressas nas linhas 5.5 a 5.8 nas

quais debatem uma estratégia de questionamento aos alunos sobre os elementos do experimento que estão elaborando em conjunto. Ao acompanhar essa interação, além dos elementos que demonstram a presença de elementos de CPC, há também a observação de como tanto a professora quanto o licenciando se colocam no desafio de criar suas questões e suas perguntas baseadas em uma proposta a ser executada – a investigação, pelos alunos.

Além dos resultados relativos aos CPC específicos descritos anteriormente, verifica-se ainda a expressão de conhecimentos relativos ao currículo de física da Educação Básica (C2) e inclusive a criação de estratégias de avaliação específicas para a atividade planejada (C5), sendo esta uma criação do grupo, pensada e planejada pelos seus membros.

Já no que se refere aos agrupamentos D - Conhecimento dos Alunos (CA) - e E – Conhecimento do Contexto (CCo), expressos na Tabela 1, foram identificados apenas três excertos em todas as interações registradas que remetem ao conhecimento do contexto, ou seja, ao agrupamento E, e estão expressas no Quadro 5. Contudo, esses dois elementos são insuficientes para analisar a relação entre sua ocorrência e a atividade em desenvolvimento pelo GPC.

O que se pode observar na compreensão da ocorrência dos elementos de conhecimento expressos nos agrupamentos D e E é que a ausência desses elementos podem ser ocasionadas por duas razões principais. A primeira delas diz respeito à natureza da discussão que estava sendo provocada entre os membros do GPC, que foram se conduzindo para uma abordagem específica da atividade experimental voltada ao conteúdo, ou seja, o encaminhar das discussões se concentrou nas formas de desenvolver a atividade experimental para que os alunos compreendessem o conteúdo. Há ainda ao fato de que o grupo se reunia na universidade para elaborar a atividade, e não na escola, o que pode ter conduzido a elaboração dos membros se muitas interferências da Professora sobre os aspectos relativos ao contexto escolar e aos alunos.

Os elementos apresentados nos Quadros 4 e 5 anteriores e suas categorias evidenciam os

**Quadro 5.** Categorização dos dados do Agrupamento D e E – Conhecimentos dos Alunos e Conhecimentos do Contexto.

Linha	Excerto	Categorização
6.1	<b>Formador:</b> “é aula dupla né... Porque só que a gente tem que fazer em aula dupla porque isso aqui a gente vai ter que levar montado vai dar um experimento para cada um com o termo diferente depois troca.”	E2
6.2	<b>Licenciando:</b> “É porque a gente tem que tratar do teórico e também fazer o experimento do carrinho da mesma aula porque eu não posso gastar tanto as aulas eu posso pensar numa sequência didática a gente pode pensar numa sequência didática que fale do tema ao longo de algumas aulas mas eu preciso dar alguns conteúdos em algumas aulas.”	E2
6.3	<b>Formador:</b> “porque aqui você só quer que eles estudem ou que eles tenham conhecimento que existem tipos de energias diferentes e que elas vêm podem vir de lugares diferentes.”	D3

**Fonte:** elaborado pelos autores.

conhecimentos da BCE demonstrados por Professora, Licenciandos e Formador ao longo do processo de planejamento conjunto e podem ser compreendidos tanto do ponto de vista da atividade de planejamento conjunto quanto da natureza da parática que estava sendo elaborada, como se faz a seguir.

Após a categorização descrita, foi possível evidenciar a existência de uma relação entre dois grupos de compreensão dos dados que carregam elementos importantes para a constituição de uma reflexão sobre estratégias de formação de professores de física para a construção de conhecimentos necessários a sua atuação profissional. Por ocasião da observação e tentativa de compreensão dos dados e reagrupando os conhecimentos detectados na etapa anterior, foram criados outros dois agrupamentos de análise, que permitiram refletir acerca dos *Conhecimentos atribuídos ao planejamento conjunto (G1)* e dos *Conhecimentos atribuídos à atividade experimental investigativa (G2)*.

A necessidade de produzir esses agrupamentos, que não necessariamente dizem respeito à taxonomia dos conhecimentos de professores utilizada até então, está relacionada, principalmente, com a questão principal da pesquisa e que é consequência da experiência que está sendo analisada neste artigo: Qual é o papel dos processos formativos vivenciados pelos professores na construção dos seus conhecimentos? Nesse ínterim, tornou-se fundamental, no desenvolvimento da pesquisa, evidenciar aqueles conhecimentos que são consequência tanto

da metodologia do processo formativo – o grupo de planejamento conjunto – quanto da metodologia de ensino que estava sendo planejada – a atividade experimental investigativa.

Excertos tais como “*Vocês entendem como explicar isso?*” – linha 3.5 – ou a sugestão de marcação de uma reunião para a continuidade dos estudos – linha 5.12 – demonstram situações nas quais o elemento de conhecimento expresso é fruto decorrente da prática de planejamento conjunto. Isso ocorre, por exemplo, quando a expressão dos conhecimentos categorizados é decorrente de um questionamento de outro membro do grupo, ou de uma proposta de discussão, até mesmo de um desafio feito no GPC, como no excerto da linha 5.11. Isso, para esta situação específica, pode ser acrescentado como mais um elemento que contribui na manifestação dos conhecimentos pelos professores. Além desses exemplos, podemos encontrar nas linhas 5.1, 5.2, 5.4, 5.6 e 5.9 outros excertos pertencentes ao agrupamento G1.

Evidentemente, este agrupamento apresenta indícios incipientes da relação entre a estratégia de planejamento conjunto e a construção de conhecimentos pedagógicos de conteúdo. O que se pode evidenciar aqui trata-se, de maneira preliminar, da necessidade de que pesquisas mais aprofundadas sejam realizadas sobre esta relação.

Além do mais, no campo específico da formação de professores, investigações tais como as de Simão *et al.* (2009), apontam para esta articulação

como possibilidade de construção conjunta de conhecimento, como, por exemplo, ao dizerem que “O desenvolvimento do conhecimento acerca dos processos de aprendizagem dos adultos realça claramente a importância da reflexividade e da aprendizagem em contexto, reforçando a necessidade de articulação entre os processos de trabalho e os processos de formação” (p. 64). Mais ainda, como afirma Mendonça, Lopes (2014), ao denominar um desses grupos de Pequenos Grupos de Pesquisa (PGP).

Esta definição vai ao encontro do que se espera metodológica e teoricamente do que denominamos PGPs. Denominamos Pequenos Grupos de Pesquisa (PGP) as associações de professores, que se reúnem na escola, na universidade, ou em outros locais, que congrega profissionais da escola básica e que buscam por temas relevantes para a sociedade local e problematizam, de modo a constituir os interesses de estudo, pesquisa e prática dos docentes (2014, p. 110).

Nesse sentido, há certa gama de trabalhos que são desenvolvidos na perspectiva de estudar e caracterizar os mais diversos conhecimentos construídos por grupos de professores, como é, em partes, o caso desta pesquisa. Disto, ressalta-se a possibilidade aberta de estudos que elucidem como os CPC – e os outros elementos da BCE - podem ser desenvolvidos com professores que se proponham a planejar em conjunto.

Na sequência, no agrupamento G2 foram condensados aqueles excertos que, para além dos elementos de conhecimento já categorizados, expressem uma relação com a especificidade da atividade que estava sendo planejada pelos participantes.

Os excertos de interação presentes nas linhas 5.11, 5.12, 5.13, 5.14, 5.15 e 5.16, por exemplo, estão diretamente relacionadas com o fato de os participantes estarem planejando uma atividade experimental de características investigativas, o que, como já se argumentou anteriormente, ocorreu durante as reuniões do GPC e não como recomendação anterior ou sugestão do Formador. Isto nos permite

expressar uma característica específica do processo de formação de um GPC, que é a presença de um potencial para a produção de materiais e atividades de ensino pelos próprios professores e futuros professores em interação.

A tentativa de construir um agrupamento a parte que posicione os conhecimentos oriundos da metodologia de ensino que está sendo discutida está bastante relacionada à questão já colocada anteriormente. Visto que este artigo expõe as evidências de construção de conhecimentos especializados pelos professores, há de se propor as variáveis que determinam esta construção. Assim, buscou-se aqui relacionar os conhecimentos evidenciados com os momentos em que os professores estão discutindo especificamente os elementos da atividade em elaboração, ou seja, os passos da atividade de experimentação que carregam as características investigativas.

Nas linhas 5.10, 5.11 e 5.16, por exemplo, fica explícita a tentativa de buscar a forma de atuação da professora para que os alunos investiguem as variáveis relacionadas ao entendimento do experimento, e isso os leva a deliberar sobre a necessidade de elaborarem questões abertas e que prescindam de um teste experimental para serem respondidas. Além de este ser um elemento claro de “conhecimento sobre métodos e abordagens de ensino de física” (C1) e de “conhecimento dos materiais didáticos e instrumentos específicos do ensino de física” (C3), este caracteriza também um dos principais elementos da abordagem investigativa, a saber, a aproximação da investigação do aluno da investigação científica, da mensuração. Ao compilar essas defesas a partir dos referenciais teóricos, Sedano, Carvalho (2017) ressaltam as características explicitadas aqui da seguinte maneira:

As ações e características próprias do fazer científico defendidas acima são defendidas na literatura a partir de algumas práticas de ensino que aproximam o trabalho do aluno com as ciências. Gil Perez e Castro (1996); Schiel e Orlandi (2009) e Carvalho (2010) apresentam essa aproximação relacionando as propostas

de ensino com algumas etapas da pesquisa científica, a saber: problematização, atividade de exploração, conclusão, sistematização e registro e a divulgação do trabalho (Sedano, Carvalho, 2017 p. 201).

Ainda é possível destacar a presença neste agrupamento de CPC das categorias C2 e C4, ou seja, ao elaborarem em conjunto as questões que levarão os estudantes a uma investigação experimental, é possível mobilizar e explicitar a presença de CPC relativos tanto às metodologias e processos do ensino de física, quanto ao currículo de física da educação básica e às principais dificuldades e concepções dos alunos a respeito do tema energia elétrica e suas transformações.

#### 4. Considerações Finais e perspectivas futuras

A realização dessa pesquisa se deu em um contexto específico e em uma situação de planejamento bastante pontual, uma vez que se propôs a sistematizar e compreender, por meio da detecção de elementos da BCE, as possibilidades decorrentes da formação de grupos de planejamento conjunto entre professores e licenciandos. No entanto, os resultados aqui descritos nos permitem algumas generalizações e propostas oriundas das relações entre esses resultados e os processos formativos de professores descritas nas análises de dados.

Observando os excertos analisados, o que se destaca em primeiro plano é a presença majoritária conteúdos do tipo CPC. Assim, afirma-se que nos momentos nos quais os participantes do GPC estão debatendo e deliberando sobre como produzir as competências investigativas pretendidas pela atividade experimental, são os CPC que estão sendo mobilizados e expressos.

Um dos primeiros resultados evidentes é a presença de vários CPC relativos ao desenvolvimento de estratégia específicas de ensino de física e ao conhecimento do currículo de física da educação básica, além de vários CC relativos ao tema em estudo, neste caso, energia e suas transformações.

O que é possível concluir deste ponto específico é a relação clara entre o planejamento conjunto de uma abordagem e a explicitação de CPC relativos ao conteúdo do trabalho.

É fundamental observar neste trabalho a possibilidade, representadas pelos agrupamentos G1 e G2, de relacionar a expressão de elementos da BCE com os especificidades da atividade. Por esta relação, foi possível levantar indícios de que a mobilização dos elementos da BCE podem ser facilitados em situações de planejamento em grupo de atividades didáticas, assim como pela criação conjunta de atividades investigativas, substancialmente no ensino de física.

Dessa maneira, com atividades esta natureza, pode-se concluir que o encaminhamento de ações de planejamento conjunto de abordagens, atividades experimentais, etc, desenvolvidas por licenciandos em parceria com professores e professoras da educação básica é bastante significativa do ponto de vista da construção de conhecimentos específicos do ensino de física e também da construção conjunta de conhecimentos pedagógicos de conteúdo. Assim, sugere-se a continuidade do processo de parceria com os professores da escola em busca de melhorar a atividade experimental para que ela resulte em abordagens cada vez mais eficientes no ensino do conceito de energia.

#### Referencias bibliográficas

- APPLETON, K. Developing science pedagogical content knowledge through mentoring elementary teachers. **Journal of Science Teacher Education**, London: England, v. 19, n. 6, pp. 523-545. 2008. <https://doi.org/10.1007/s10972-008-9109-4>
- BARCELOS, N.N.S.; VILLANI, A. Troca entre universidade e escola na formação docente: uma experiência de formação inicial e continuada. **Ciência & Educação**, Bauru: Brasil, v. 12, n. 1, pp. 73-97. 2006. <https://doi.org/10.1590/S1516-73132006000100007>
- BORTOLETTO, A. Formação Continuada de Professores: A Experiência de uma Temática

- Sociocientífica na Perspectiva do Agir Comunicativo. 369 p. Doutorado em Educação em Ciências. Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho, Bauru. 2013.
- CALDATTO, M.E.; NEVES DA SILVA, J.R. 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**, Florianópolis: Brasil, v. 36, n. 1, pp. 224-255. 2019. <https://doi.org/10.5007/2175-7941.2019v36n1p224>
- CARNIO, M.P. A experiência formativa de professores no trabalho com uma questão sociocientífica: potencialidades e obstáculos em um Pequeno Grupo de Pesquisa. 314 p. Doutorado em Educação em Ciências. Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho, Bauru. 2017.
- CARNIO, M.P.; LOPES, N.C.; MENDONÇA, T. Questões sociocientíficas nos Pequenos Grupos de Pesquisa (PGP). In: ORQUIZA DE CARVALHO, L.M.; CARVALHO, W.L.; LOPES JUNIOR, J. (Orgs.). **Formação de Professores, questões sociocientíficas e avaliação em larga escala: Aproximando a pós-graduação da escola**. 1 ed. Editora Escrituras. São Paulo: Brasil. 2016. pp. 81-104.
- COCHRAN-SMITH, M.; LYTLE, S.L. (Eds.). **Inside/outside: Teacher research and knowledge**. Teachers College Press. New York: USA. 1993.
- CORTES JUNIOR, L.P.; SÁ, L.P. (2017). Conhecimento Pedagógico do Conteúdo no contexto da Educação Ambiental: uma experiência com mestrandos em Ensino de Ciências. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**. Belo Horizonte: Brasil. v. 19, n 1, pp. 1-22. 2019. <https://doi.org/10.1590/1983-21172017190105>
- ETKINA, E. Pedagogical content knowledge and preparation of high school physics teachers. **Physical Review Special Topics-Physics Education Research**, New York: USA, v. 6, n. 2, pp. 1-26. 2010. <https://doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.6.020110>
- HENZE, I.; VAN DRIEL, J.H.; VERLOOP, N. Development of experienced science teachers’ pedagogical content knowledge of models of the solar system and the universe. **International Journal of Science Education**, London: England. v. 30, n. 10, pp. 1321-1342. 2008. <https://doi.org/10.1080/09500690802187017>
- LEE, E.; LUFT, J. A. Experienced secondary science teachers’ representation of pedagogical content knowledge. **International Journal of Science Education**, London: England. v. 30, n. 10, pp. 1343-1363. 2008. <https://doi.org/10.1080/09500690802187058>
- LINO, A. O desenvolvimento histórico do conceito de energia: seus obstáculos epistemológicos e suas influências para o ensino de física. 360 p. Programa de Pós-graduação em Educação para a Ciência e a Matemática, Universidade Estadual de Maringá, Maringá. 2016.
- LOPES, N.C. A constituição de associações livres e o trabalho com as questões sócio-científicas na formação de professores. 389 p. Doutorado em Educação para a Ciência. Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista, Bauru. 2013.
- MARCON, D. **Conhecimento Pedagógico do Conteúdo: a integração dos conhecimentos do professor para viabilizar a aprendizagem dos alunos**. Caxia do Sul: Brasil. 2013.
- MELO-NIÑO, L.V.; CAÑADA, F.; MELLADO, V. Initial characterization of Colombian high school physics teachers’ pedagogical content knowledge on electric fields. **Research in Science Education**, Cham: Switzerland. v. 47, n. 1, pp. 25-48. 2017. <https://doi.org/10.1007/s11165-015-9488-4>
- 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**, Cadiz: España, v. 13, n. 02, pp. 459-475. 2016.
- MENDONÇA, T.L.; LOPES, A.F. Compreensão sobre a formação de professores no pequeno grupo de pesquisa de uma escola de educação básica em Arealva-SP, Brasil. **Tecné, Episteme y Didaxis: TED**, Bogotá, n. extra, pp. 108-113. 2014.



- MIZUKAMI, M.D.G.N. Aprendizagem da docência: algumas contribuições de L.S. Shulman. **Educação (UFMS)**, Campo Grande: Brasil, v. 29, n. 2, pp. 33-50. 2004.
- NOGUEIRA, D.R.; NEVES DA SILVA, J.R. Processos de construção da autonomia docente: Análise do planejamento de uma abordagem temática com professores de Ciências da Educação Básica. Formação Docente. **Revista Brasileira de Pesquisa sobre Formação de Professores**, Belo Horizonte: Brasil v. 9, n. 17, pp. 29-52. 2017. <https://doi.org/10.31639/rbpf.v9i17.150>
- PARK, S.; OLIVER, J.S. Revisiting the conceptualisation of pedagogical content knowledge (PCK): PCK as a conceptual tool to understand teachers as professionals. **Research in Science Education**, Cham: Switzerland, v. 38, n. 3, pp. 261-284. 2008. <https://doi.org/10.1007/s11165-007-9049-6>
- SANTOS, P.G.F.D. O tratamento de questões sociocientíficas em um grupo de professores e a natureza do processo formativo fundamentado em uma perspectiva crítica. 209 p. Mestrado em Educação para a Ciência. Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista, Bauru. 2013.
- SEDANO, L.; CARVALHO, A.M.P. Ensino de ciências por investigação: oportunidades de interação social e sua importância para a construção da autonomia moral. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, Florianópolis: Brasil, v. 10, n. 1, pp. 199-220. 2017. <https://doi.org/10.5007/1982-5153.2017v10n1p199>
- SHULMAN, L.S. Those who understand: Knowledge growth in teaching. **Educational Researcher**, Cambridge: USA, v. 15, n. 2, pp. 4-14. 1986. <https://doi.org/10.3102/0013189X015002004>
- SHULMAN, L. Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. **Harvard Educational Review**, Cambridge: USA, v. 57, n. 1, pp. 1-23. 1987. <https://doi.org/10.17763/haer.57.1.j463w79r56455411>
- SIMÃO, A.; FLORES, M.A.; MORGADO, J.C.; FORTE, A.; ALMEIDA, T. Formação de Professores em contextos colaborativos. Um projecto de investigação em curso. Sísifo. **Revista de Ciências da Educação**, Lisboa: Portugal, n. 8, pp. 61-74. 2009.
- TALANQUER, V. Recreating a periodic table: A tool for developing pedagogical content knowledge. **Chemical Educator**, Meridian: USA, v. 10, n. 10, pp. 95-99. 2005.
- VERDUGO-PERONA, J.J.; SOLAZ-PORTOLÉS, J.J.; SANJOSÉ-LÓPEZ, V. El conocimiento didáctico del contenido en ciencias: estado de la cuestión. **Cadernos de Pesquisa**, Campinas: Brasil, v. 47, n. 164, pp. 586-611. 2017. <https://doi.org/10.1590/198053143915>

