O Boletim de Conjuntura (BOCA) publica ensaios, artigos de revisão, artigos teóricos e empíricos, resenhas e vídeos relacionados às temáticas de políticas públicas.

O periódico tem como escopo a publicação de trabalhos inéditos e originais, nacionais ou internacionais que versem sobre Políticas Públicas, resultantes de pesquisas científicas e reflexões teóricas e empíricas.

Esta revista oferece acesso livre imediato ao seu conteúdo, seguindo o princípio de que disponibilizar gratuitamente o conhecimento científico ao público proporciona maior democratizacão mundial do conhecimento.



BOLETIM DE CONJUNTURA

BOCA

Ano VI | Volume 18 | Nº 52 | Boa Vista | 2024

http://www.ioles.com.br/boca

ISSN: 2675-1488

https://doi.org/10.5281/zenodo.11003220

BOLETIM DE CONJUNTURA

www.ioles.com.br/boca

CONHECIMENTOS PEDAGÓGICOS DE CONTEÚDO DE PROFESSORAS AO ENSINAR CIÊNCIAS PARA CRIANÇAS

Ely Maués[1]

Eliane Ferreira de Sá[2]

Maria Emília Caixeta de Castro Lima[3]

Carla Maline[4]

Arnaldo Vaz[5]

Resumo

O objetivo central deste estudo é investigar as estratégias que professoras dos anos iniciais do Ensino Fundamental mobilizam para ensinar temáticas de ciências para as crianças. Para isso, desenvolvemos uma pesquisa interpretativa filiada ao campo das pesquisas qualitativas narrativas, com o foco na categoria de narrativas de experiências do vivido. Nessa perspectiva, realizarmos entrevistas narrativas com nove professoras que atuam na rede pública e privada de Belo Horizonte, MG. Para analisar os dados percorremos as enunciações das professoras ao narrar as práticas adotada por elas durante o ensino de ciências, utilizando como lente de análise o referencial teórico de Conhecimento Pedagógico de Conteúdo (CPC) proposto do Shulman. Como resultado, identificamos seis tipos de estratégias utilizadas para tornar o conteúdo compreensível aos alunos. Essas estratégias corroboram a existência de um CPC geral que as professoras mobilizam para ensinar ciências às crianças. Assim, por meio de seus saberes, seu CPC geral e seus estudos, desenvolvem um CPC específico para cada tópico de ensino. A pesquisa revelou que as estratégias empregadas pelas professoras são aplicáveis e adaptáveis em diferentes abordagens de ensino, demonstrando sua natureza universal. Além disso, essas estratégias podem ser usadas de forma independente em diversas áreas do conhecimento.

Palavras-chave: Conhecimento Pedagógico de Conteúdo; Ensino de Ciências nos Anos Iniciais; Estratégias de Ensino; Formação de Pedagogas.

Abstract

The central objective of this study is to investigate the strategies that teachers in the early years of Elementary School use to teach science topics to children. To this end, we developed an interpretative research affiliated with the field of qualitative narrative research, focusing on the category of narratives of lived experiences. From this perspective, we carried out narrative interviews with nine teachers who work in the public and private schools of Belo Horizonte, MG. To analyze the data, we went through the teachers' statements when narrating the practices adopted by them during science teaching, using Shulman's proposed Pedagogical Content Knowledge (CPC) theoretical framework as an analysis lens. As a result, we identified six types of strategies used to make content understandable to students. These strategies corroborate the existence of a general CPC that teachers mobilize to teach science to children. Thus, through their knowledge, their general CPC and their studies, they develop a specific CPC for each teaching topic. The research revealed that the strategies used by teachers are applicable and adaptable to different teaching approaches, demonstrating their universal nature. Furthermore, these strategies can be used independently in different areas of knowledge.

Keywords: Pedagogical Content Knowledge; Teaching Science in the Early Years; Teaching Strategies; Training of Pedagogues.

[1] Professor da Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG). Doutor em Educação pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). E-mail: ely.maues@uemg.br

[2] Professora da Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG). Doutora em Educação pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). E-mail: eliane.sa@uemg.br

[3] Professora da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Doutora em Educação pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). E-mail: mecaixeta@gmail.com

[4] Professora da Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG). Mestre em Educação pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). E-mail: carla.maline@uemg.br

[5] Professor da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Doutor em Educação pela University of Surrey. E-mail: arnaldo@coltec.ufmg.br

INTRODUÇÃO

No Brasil as pesquisas da área de Educação em Ciências relacionadas aos anos iniciais do Ensino Fundamental ainda são pouco exploradas, seja pelo já produzido, seja no que se refere à novas incursões. Esse cenário é, em grande parte, atribuído a duas crenças arraigadas sobre essa etapa educacional: Uma delas sugere que as crianças seriam incapazes de compreender conceitos científicos devido a abstração exigida, a complexidade deles e os compromissos epistemológicos subjacentes. A outra crença acredita que ensinar ciências para as crianças é uma tarefa impossível, uma vez que os educadores que atuam nesse nível não possuem formação específica em ciências e, portanto, não dominam os conhecimentos científicos necessários. Esses desafios enfrentados pela educação em ciências nos anos iniciais do Ensino Fundamental são alimentados por crenças que subestimam as capacidades tanto das crianças quanto das professoras, sendo referidas como crença do déficit cognitivo da criança e crença do déficit de conteúdo da professora, respectivamente.

No contexto dessa discussão, direcionamos nossa investigação especificamente à crença do déficit de conteúdo das professoras. Essa crença pressupõe que as professoras que atuam nos primeiros anos do Ensino Fundamental são incapazes de ministrar aulas de ciências devido à suposta ausência de um conhecimento de conteúdo consolidado nessa área. A fim de desafiar essa premissa, sustentada por alguns setores da comunidade acadêmica da educação em ciências, caminhamos na direção de valorizar os saberes mobilizados por essas professoras ao ensinarem conteúdos científicos aos quais são pouco familiarizadas.

Dentro dessa perspectiva, o objetivo central de nossa pesquisa foi investigar as estratégias que professoras dos anos iniciais do Ensino Fundamental mobilizam para ensinar temáticas de ciências para as crianças. Para isso, indagamos: 1) Quais são as características do conhecimento pedagógico de conteúdo em ciências das professoras dos anos iniciais do Ensino Fundamental? 2) Que relações essas professoras estabelecem entre o conhecimento de conteúdo em ciências e seu conhecimento pedagógico de conteúdo? Para responder essas questões e alcançar o objetivo proposto, desenvolvemos uma pesquisa interpretativa filiada ao campo das pesquisas qualitativas narrativas, com no foco na categoria de narrativas de experiências do vivido. No processo de análise dos dados, usamos como fundamentação teórica os estudos sobre Conhecimento Pedagógico de Conteúdo (CPC) e modelo do déficit de conteúdo de professoras. O cerne desta abordagem reside justamente em buscar compreender o que as professoras conhecem e sabem fazer ao ensinar ciências para as crianças.

Para relatar essa pesquisa, estruturamos o texto em duas seções de referencial teórico. Na primeira, apresentamos uma revisão bibliográfica buscando situar as principais discussões acerca do

construto Conhecimento Pedagógico de Conteúdo e dialogar com as pesquisas da área de educação sobre formação de professores. Na segunda, evidenciamos os resultados de artigos da área de ensino de ciências sobre a formação de pedagogas, com destaque para o modelo do déficit de conteúdo dessas professoras. Além disso, apresentamos uma seção de metodologia, na qual descrevemos o caminho percorrido para gerar e analisar os dados. Na sequência, apresentamos uma seção de análise e discussão dos resultados. Por fim, uma seção de considerações finais retomando o objetivo do estudo e descrevendo como ele foi respondido, bem como as implicações dessa pesquisa para a área de educação.

O PARADIGMA PERDIDO: UMA BREVE HISTÓRIA DO CONSTRUTO "CONHECIMENTO PEDAGÓGICO DE CONTEÚDO"

A primeira vez que Lee Shulman apresentou em público a ideia a qual chamou de "paradigma perdido" foi em uma conferência realizada, em 1983, na Universidade do Texas, com o título "O paradigma perdido na pesquisa sobre ensino". Shulman (1999), conta que o tema enigmático da conferência, gerou discursão entre os participantes:

> Para minha surpresa, o título aparentemente estimulou discussões sérias entre os participantes, sobre o tema de minha palestra. Eles se perguntaram: o que Shulman está chamando de "paradigma perdido"? Havia muitas especulações. Muitos previram que eu identificaria a "cognição do professor" como tal. Alguns nomearam o "contexto". Outros ainda especularam que seria a "personalidade do professor". Embora eu não tenha feito uma votação formal, parece que nenhum membro da audiência antecipou o aspecto do ensino e sua investigação que eu declararia como "perdido". De fato, mesmo quando me aproximei da minha conclusão, depois de uma longa hora de conversa [...], a maior parte ficou chocada quando declarei que o paradigma perdido era o estudo do conteúdo e sua interação com a pedagogia (SHULMAN, 1999, p. IX).

Na época a ideia surpreendeu os participantes, uma vez que o comportamento do professor era sempre visto de forma geral, nesse sentido o foco está em como os professores administram suas salas de aula, organizam atividades, estruturam tarefas, atribuem elogios e culpas, entre outros. Shulman, por outro lado, propôs que as investigações se concentrassem, nas estratégias que os professores utilizavam para ensinar os conteúdos escolares. Três anos depois, o paradigma perdido foi novamente abordado. Shulman (1986), analisou historicamente, os exames de certificação docente, chegando à conclusão que os exames ora focavam quase que exclusivamente no conteúdo, ora o foco recaia sobre a pedagogia. Além disso, ao considerar as pesquisas sobre o professor, autor verificou que elas tratavam o ensino de forma genérica, sem qualquer referência às dimensões do conteúdo disciplinar. Nesse sentido, Shulman (1986) afirma que:

> o paradigma perdido, se refere a um ponto cego em relação ao conteúdo que agora caracteriza a maior parte das pesquisas sobre o ensino e, consequentemente, a maioria de nossos programas de avaliação e certificação de professores em nível estadual. (SHULMAN, 1986, p. 7).

Assim, a pequena atenção dada pela pesquisa sobre o professor ao conteúdo específico é o que Shulman (1986), denominou de paradigma perdido. A partir dessa ideia, Shulman e colaboradores desenvolveram um programa de pesquisa "Knowledge Growth in Teaching", que procura entender as seguintes questões: De onde vêm as explicações do professor? Como os professores decidem o que ensinar? Como professores iniciantes transformam seu conhecimento em um determinado assunto para que seus estudantes possam compreendê-lo? Como questionam os alunos sobre isso e como lidam com problemas de incompreensão? Como o professor iniciante (ou até mesmo o veterano experiente) recorre à expertise no conteúdo durante o processo de ensino? Que preços pedagógicos são pagos quando a competência do professor é comprometida por deficiências na aquisição e domínio do conhecimento de conteúdo? Quais são as fontes do conhecimento do professor? Shulman e seus colaboradores tentam responder a essas questões tomando como referência à transição do aluno especialista para o professor iniciante (SHULMAN, 1986). Não vamos aprofundar em nenhuma dessas questões em específico porque fogem do nosso propósito deste texto, além de ficar muito extenso. Explicitamos elas aqui para que o leitor possa compreender a empreitada que o autor tomou para si à luz desse paradigma considerado perdido.

Tais questões levaram a necessidade da construção de uma estrutura teórica coerente. Assim, Shulmam (1986, 1987), propôs uma tipologia de saberes que deveriam constituir a base de conhecimento para o ensino, são eles:

> 1. Conhecimento de conteúdo – São o entendimento de fatos e conceitos dentro de uma área de conhecimento, bem como as estruturas substantivas e sintáticas da disciplina.
> 2. Conhecimento Pedagógico Geral – São os princípios e técnicas pedagógicas que não estão relacionados diretamente com o conteúdo, com especial atenção para o manejo e organização da sala de aula.
> 3. Conhecimento Pedagógico de Conteúdo – é essa amálgama especial de conteúdo e pedagogia que é o terreno exclusivo dos professores, seu meio especial de compreensão profissional.
> 4. Conhecimento dos aprendizes – Inclui os conhecimentos sobre a cognição e características dos estudantes, bem como os aspectos motivacionais e o desenvolvimento da aprendizagem do aluno.
> 5. Conhecimento Curricular – É o entendimento que o professor possui dos programas e materiais utilizados para ensinar um tópico da disciplina ou a própria disciplina para um dado grupo de alunos.
> 6. Conhecimento dos Contextos Educacionais – São os conhecimentos sobre o contexto da escola e dos alunos.
> 7. Conhecimento dos fins educacionais – são as metas, propostas, valores e suas respectivas bases históricas e filosóficas. (SHULMAN, 1987, p. 8).

Assim o Conhecimento Pedagógico de Conteúdo (CPC) é o "conhecimento que vai além do conhecimento da matéria em si e chega na dimensão do conhecimento da matéria para o ensino. [...] que engloba os aspectos do conteúdo mais próximos de seu processo de ensino". (Shulman, 1987, p. 9). Nessa perspectiva o CPC engloba:

> Os tópicos mais regularmente ensinados em uma área de conhecimento, as formas mais úteis da representação dessas ideias, as mais poderosas analogias, ilustrações, exemplos, explanações, e demonstrações - em uma palavra, a formas de representar e formular o conteúdo que o tornam compreensível para os outros. Como não há formas simples e poderosas de representação, o professor deve ter em mãos um verdadeiro arsenal de formas alternativas de representação, algumas das quais derivam da pesquisa, enquanto outras se originam no saber da prática. (SHULMAN, 1986, p. 9).

O autor considera, que o CPC não é apenas um repertório de estratégias que o professor utiliza para ensinar um conteúdo, mas caracteriza-se por uma forma de pensar que é própria do professor. É o conhecimento que diferencia um professor de uma dada disciplina de um especialista dessa área de conhecimento. Para Shulman, essa habilidade é tão essencial ao professor que ele chega a afirmar que o CPC é uma "forma especial de entendimento profissional". (SHULMAN, 1987, p. 8). Ao construir seu arcabouço teórico para responder suas questões de pesquisa em torno do conhecimento do professor, percebemos que o CPC é um construto teórico que está intimamente relacionado ao que Shulman, chamou, de ponto cego, isso é, uma forma de pensar, de intervir e de superar a contradição colocada pelo Paradigma Perdido. Assim, no programa de pesquisa proposto por Shulman e seus colaboradores, o CPC, aos poucos, tornou-se um construto central em suas investigações.

Atualmente o CPC é utilizado como elemento analítico, tanto na construção de propostas curriculares e diretrizes para formação de professores (RESOLUÇÃO CNE/CP Nº 2, 2019), como na investigação sobre os saberes docentes, principalmente na pesquisa com professores do ensino médio (GEDDIS, 1993; GUDMUNDSDOTTIR; SHULMAN, 1987; VAN DRIEL *et al*., 2002; KIND, 2009; KIRSCHNER *et al*., 2016). Essas investigações se intensificaram com o desenvolvimento de pesquisas em CPC em vários países pelo mundo. Da mesma forma, há uma grande diversidade nas questões de pesquisas. Depois de mais de trinta anos de criação é possível afirmar que hoje o CPC é uma componente central na investigação sobre formação de professores. Shulman (2015) sintetiza as transformações no CPC quando afirma:

> De certa forma me sinto um pouco desconfortável falando autoritariamente sobre o conhecimento pedagógico do conteúdo agora. Eu me sinto como o pai biológico de um bebê que foi criado em sua infância e depois doado para adoção quando tinha cerca de cinco anos de idade. Durante os anos que se seguiram, o jovem foi criado por muitos pais e brincou com muitos colegas. Agora que sobreviveu à adolescência e atingiu a idade adulta emergente, a

> maioria de vocês sabe muito mais sobre o CPC do que eu poderia, porque vocês têm vivido, desenvolvido, elaborado, revisado e aplicado esse conjunto de ideias em pesquisa séria e trabalho pedagógico (SHULMAN, 2015, p. 16).

Assim, desde 1986, os pesquisadores em educação têm adotado, apropriado ou modificado o CPC em suas investigações sobre o conhecimento do professor. Um levantamento feito no Education Resources Information Center (ERIC) com o descritor Pedagogical Content Knowledge (Conhecimento pedagógico de conteúdo – CPC), apresenta a ocorrência de mais de sete mil artigos. Do mesmo modo, é possível observar no Google Acadêmico, que hoje, o primeiro artigo de Shulman, de 1986, é citado quase vinte e três mil vezes, enquanto o seu segundo artigo, de 1987, apresenta mais de vinte mil citações. Além disso, o CPC é usado como construto teórico articulador das pesquisas sobre conhecimento do professor, sendo comum capítulos e artigos de revisão em handbooks e revistas (ABELL, 2008; HASHWEH, 2013; FERNANDEZ, 2015; BERRY; DEPAEPE; VAN DRIEL, 2016; ALKA; BANCONG; MUZAINI, 2023; SOTO; HERRERA, 2023; GALIMOVA *et al.*, 2023).

Dessa forma, o CPC desponta como um construto teórico complexo para estudar a base de conhecimento do professor. Muito embora, inexista um consenso do que seja o CPC. O próprio Shulman e seus colaboradores, apresentam diferentes interpretações sobre CPC. Assim, mesmo sendo amplamente utilizado, ainda permanece imprecisa a natureza desse saber, seus componentes e as possíveis relações que estabelecem com outros saberes.

Analisando os modelos de CPC, Gess-Newsome (1999) apresenta dois modelos teóricos de conhecimento do professor: o modelo integrativo e o modelo transformativo. Para a autora esses modelos, representam os extremos de um espectro contínuo dos modelos de conhecimento do professor. Em um extremo está o modelo integrativo, onde CPC não existe enquanto domínio de conhecimento e seria o resultado da intersecção dos conhecimentos do tema, pedagógico e de contexto educacional. No outro extremo, o modelo transformativo, define o CPC como novo conhecimento, advindo da síntese dos conhecimentos do tema, pedagógico e contextual.

Para explicar esses dois modelos Gess-Newsome (1999) usou a metáfora mistura-composto. Enquanto os ingredientes mantêm suas características originais em uma mistura e podem ser facilmente separáveis da mistura, um composto é uma nova substância, que é totalmente distinta de seus ingredientes originais. O modelo integrativo o CPC é entendido como uma mistura, os domínios conhecimento do tema, pedagógico e de contexto são fundidos na prática de sala de aula. Esses domínios iniciais podem ser facilmente separados. Assim, um professor pode fornecer justificativa de suas ações em sala de aula a partir das bases de conhecimento individuais, bem como adicionar e refinar os domínios como resultado do ensino. Já o modelo transformativo percebe o CPC como um composto

químico, que resiste à fácil separação de suas partes componentes, isso "implica que as bases de conhecimento iniciais estão inextricavelmente combinadas em uma nova forma de conhecimento, na qual os domínios iniciais podem ser descobertos apenas por meio de análises complexas" (GESS-NEWSOME, 1999, p. 11).

Em outro estudo, Rollnick *et al.* (2008) consideram o CPC como uma amalgama de quatro grandes domínios, a saber: conhecimento do conteúdo/tema, conhecimento dos estudantes, o contexto de vida dos sujeitos envolvidos, o conhecimento pedagógico geral (currículo escolar, gestão de classe, estratégias de ensino e avaliação, etc). Esses domínios, como expressão de um conjunto intrinsecamente relacionados, geram o conhecimento pedagógico do conteúdo de ensino. Esse CPC se manifesta em sala de aula, isso é, na ação pedagógica através de representações de assuntos abordados, estratégias instrucionais específicas, avaliação de modo geral etc. De acordo com os nossos dados, apresentados e analisados mais adiante, a dimensão mais forte que nos ajudou a caracterizar o CPC das professoras quando ensinam ciências para as crianças foram as estratégias recorrentemente evocadas.

Veal e Makinster (1999) propõem uma taxonomia para o CPC que nos ajudar a analisar nossos dados. Esses autores consideram que o CPC pode ser subdividido em três tipos: o geral, o do domínio específico e o do tópico específico. O CPC do tópico específico é o CPC que a professora desenvolve para ensinar um assunto específico do conteúdo, por exemplo, temperatura. O CPC do domínio específico focaliza os diferentes domínios ou conteúdos da disciplina que está ensinando, por exemplo, Física. Esse CPC é facilmente evidenciado em professores do ensino médio. Se observarmos um professor de Física e outro de Química ensinando termodinâmica, veremos que seus enfoques são completamente diferentes, uma vez que cada professor tem um CPC do domínio específico diferente. O último tipo de CPC é o geral. Para Veal e Makinster (1999):

> Ele é mais específico que a pedagogia, pois os conceitos e estratégias utilizadas são específicos das disciplinas de ciências, artes, história, matemática ou português [...] as orientações do CPC geral podem ser aplicadas a outras disciplinas, mas os processos, perspectivas e conteúdos não precisam ser os mesmos (VEA; MAKINSTER, 1999).

O trabalho de Veal e Makinster (1999) nos instigam a compreender o conhecimento da professora dos anos iniciais na sua especificidade, tal como o fez para os professores de química, física ou outra disciplina escolar. O que caracteriza o conhecimento pedagógico de conteúdo da professora quando ensina ciências para as crianças?

A crença no modelo do déficit de conteúdo da professora

A crença do déficit de conteúdo da professora considera que o pouco tempo dedicado ao ensino e aprendizagem de ciências nos anos iniciais, deve-se ao fato das professoras possuírem um limitado conhecimento de conteúdo em ciências. Essa crença tem como pano de fundo o debate sobre o perfil do professor mais indicado para ensinar ciências nos primeiros anos do Ensino Fundamental, pedagogos ou professores especialistas. Pressupondo que um bom conhecimento dos conteúdos de ciências é condição necessária para ensinar ciências para as crianças. Tal discussão acaba por atingir a concepções de formação dos pedagogos em ciências que atuam tanto nos primeiros anos do Ensino Fundamental como na Educação Infantil.

As pesquisas que sustentam esse debate podem ser exemplificadas em situações que envolvem:

1) Evidências de que o conhecimento de conteúdo na área de ciências naturais das professoras primárias em serviço ou formação tendem a ser frágeis. Apresentando concepções prévias próximas a de estudantes do Ensino Fundamental (APPLETON, 2007; GARCÍA-FERNÁNDEZ; SOBRINO-COSTOSO; RUIZ-GALLARDO, 2022; MÉTIOUI, 2023; NIKOLOPOULOU *et al*., 2024);
2) Estudos com professores especialistas que apresentam uma forte dependência entre conhecimento pedagógico de conteúdo e o conhecimento de conteúdo (LEE, 1995; NAPIER; LUFT; SINGH, 2020; AGATHANGELOU; CHARALAMBOUS, 2021; SEN; DEMIRDÖGEN; ÖZTEKIN, 2022);
3) Pesquisas que evidenciam a relutância e a pouca confiança das professoras dos anos iniciais com relação ao ensino de temáticas da área de ciências (HARLEN; HOLROYD, 1997; AKERSON; BARTELS, 2023; HAVERLY; DAVIS, 2024);
4) Estudos baseados em resultados das pesquisas anteriormente citadas visando propor modelos, cursos de formação em serviço, produção de materiais didáticos e inovações curriculares, etc. com o objetivo de remediar o limitado de conteúdo das professoras pedagogas (SUMMERS; KRUGER, 1994; BENNETT *et al*., 2019; BEUDELS; DAMERAU; PREISFELD, 2021; TSALIKI *et al*., 2022; SOUZA; SANTOS; MOREIRA, 2023).

A crítica ao modelo de déficit de conteúdo, emergiu pela primeira vez durante a década de 1990, nas reformas curriculares ocorridas nos países anglo-saxões. Estas reformas demandavam o ensino de temas específicos de ciências naturais para as crianças dos anos iniciais, levantando questões sobre o perfil das professoras encarregados dessa tarefa. Autores como Mant e Summers (1993), Summers e Kruger (1994), por exemplo, tomando como referência as pesquisas realizadas sobre as concepções prévias das professoras, produziram um extenso material de desenvolvimento profissional com o objetivo de aprimorar o conhecimento de conteúdo sobre ciências das professoras pedagogas. Eles enfatizavam que "uma boa compreensão do conhecimento conceitual é um pré-requisito essencial para o ensino e a aprendizagem de ciências" (SUMMERS; MANT, 1995, p. 304). A premissa era que um bom

conhecimento do conteúdo permitiria as professoras elaborar experiências de ensino e aprendizagem significativas para as crianças.

Golby e colaboradores (1995), criticaram abordagem de formação que se concentrava nas deficiências das professoras em relação ao conteúdo conceitual. Eles argumentavam que esta abordagem sustenta, implicitamente, uma visão de transmissão do ensino e da aprendizagem de ciências. Os autores, ao invés disso, defendem uma perspectiva centrada nas capacidades das professoras.

Atualmente, o modelo do déficit de conteúdo ainda permeia os cursos de formação inicial e continuada, assim como as pesquisas sobre professoras dos anos iniciais do Ensino Fundamental. No Brasil, autores como Lima e Maués (2006) e Maline *et al.* (2018) questionam essa abordagem, argumentando que ela sustenta um modelo de formação inicial e desenvolvimento profissional baseado na falta de conhecimento de conteúdo, negligenciando outras áreas importantes como ensino por investigação, questões sociocientíficas, natureza da ciência, e a abordagem Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA). Para esses estudiosos, essa lógica implica na visão de ineficácia da educação em ciências nos primeiros anos do Ensino Fundamental, focalizando exclusivamente no suposto conhecimento limitado das pedagogas sobre o conteúdo. Isso resulta em cursos, processos de desenvolvimento profissional e produção de materiais didáticos que presumem que o conhecimento das professoras sobre os temas científicos pode ser corrigido ou transformado em um conhecimento de conteúdo adequado, passível de ser transferido posteriormente para as crianças.

Consideramos que os defensores do modelo do déficit de conhecimento de conteúdo deixam contradições que consideramos importante explorar. Acreditamos que não é possível transpor de forma direta resultados de pesquisas sobre a influência do conhecimento de conteúdo realizados com professores especialistas do ensino médio ou anos finais do Ensino Fundamental para professoras generalistas dos anos iniciais do Ensino Fundamental. Além disso os defensores do déficit de conteúdo do professor não deixam claro, o que significa ter um bom entendimento do conhecimento de conteúdo em ciências para as professoras dos anos iniciais. Esse pressuposto cria um círculo vicioso de que sempre existirá um conteúdo que a professora não domina e que é preciso supri-la dele. Por consequência, essa visão gera novas demandas e inserções de conteúdos curriculares tanto na formação inicial ou continuada de professores. Essa ideia se alimenta de levantamentos feitos sobre o que as professoras não sabem, como se só elas fossem carentes de saberes de conteúdos científicos. Ao contrário dessa tendência, autores como Appleton (2006) e Lima e Maués (2006) sugerem, por exemplo, que podemos pensar o docente como um aluno-professor que aprende em situações concretas de ensino. Nesse sentido, acredita que o professor, funcionando como aluno-instrutor, é capaz de aprender enquanto ensina, promovendo a expansão de conhecimento mútuo.

Considerando-se a perspectiva do déficit de conteúdo do professor, estamos diante de um problema de alteridade, nossa hipótese é a de que aquelas pesquisas e processos de desenvolvimento profissional não reconhecem a professora dos anos iniciais do Ensino Fundamental em suas capacidades e potencialidades.

PERCURSO METODOLÓGICO

A perspectiva geral dessa pesquisa é a da tradição de pesquisa interpretativa (Erickson, 1998) filiada ao campo das pesquisas qualitativas narrativas, mais especificamente na categoria de narrativas de experiências do vivido ou narrativas da experiência educativa como descreve Lima *et al.* (2015). Por meio dessa metodologia buscamos investigar as estratégias que professoras dos anos iniciais do Ensino Fundamental mobilizam para ensinar temáticas de ciências para as crianças.

Processo de levantamento dos dados

O processo de construção dos dados foi desenvolvido por meio de entrevistas narrativas com professoras que atuam nos anos iniciais do ensino fundamental da rede pública e privada de Belo Horizonte. De acordo com Ravagnoli (2018), a entrevista narrativa é um tipo de entrevista não estruturada, em que a referência de resposta emerge do próprio entrevistado e não das questões de pesquisa, em busca de compreender acontecimentos sociais a partir das perspectivas particulares dos indivíduos, sujeitos que, na interação, os constituem e modificam

Nossa opção pela realização de entrevistas narrativas se deu pelo fato de que o professor em seu discurso, tende a evidenciar seus saberes por meio de histórias. De acordo com Bauer e Gaskell (2002), a entrevista narrativa busca encorajar e estimular o entrevistado a contar a história sobre algum acontecimento importante de sua vida ou do seu contexto social. Sua ideia básica é reconstruir acontecimentos sociais a partir da perspectiva do entrevistado tão diretamente quanto possível.

Para Ravagnoli (2018), a característica principal da entrevista narrativa é a não interferência do pesquisador durante o relato do entrevistado, assim, o papel do pesquisador é apresentar ao entrevistado uma questão gerativa não direcionada a respostas pontuais e que encoraje uma narração extemporânea, ou seja, improvisada, não previamente elaborada. Diferentemente dos outros modelos de entrevistas, o pesquisador não formula perguntas antecipadamente com referências explícitas, e sim, propõe um tema acerca da realidade sob investigação para que o entrevistado o desenvolva de a maneira como considerar conveniente, no momento de seu relato.

Caracterização dos sujeitos da pesquisa

Para selecionar as professoras pesquisadas fizemos contato com formadores e coordenadores de escolas, visando identificar aquelas que trabalhavam com ensino de ciências nos anos iniciais e que tivessem um trabalho com as crianças reconhecido como diferenciado dos demais. Recebemos quatorze indicações de professoras e adesão de nove.

Inicialmente procuramos estabelecer um vínculo de confiança com as professoras. Visitamos a escola e apresentamos para elas a nossa proposta de pesquisa. Explicitamos verbalmente nosso objetivo de analisar, compreender, sistematizar e publicizar o trabalho que elas desenvolviam com as crianças no que se referia ao ensino de ciências. Todas as professoras que aceitaram participar da pesquisa assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido de adesão.

Todas as professoras possuem curso superior, sendo que sete cursaram Pedagogia, uma o curso de Ciências Sociais e outra o curso de Letras. Nenhuma delas eram iniciantes na carreira do magistério. Todas tinham pelo menos sete anos de experiência docente. Por questões éticas os nomes delas e das escolas foram mudados.

Realização das entrevistas narrativas

Para a realização das entrevistas solicitamos que cada uma escolhesse para relatar práticas que julgavam terem sido bem-sucedidas no ensino de ciências. Em outras palavras, aquilo que gostavam de contar e que consideravam importante também para as crianças. Evitamos interromper as professoras para não cortar o fluxo narrativo ou com pequenas intervenções para animar o relato. Queríamos que as professoras contassem seus casos, que pudesse escolher e encadear suas histórias da forma como quisessem, pois a ordem com que essas histórias eram encadeadas era potencialmente informativa sobre os saberes, sentimentos e estratégias das professoras. As entrevistas tiveram duração média de 1h30.

Processo de tratamento dos dados

Todas entrevistas foram gravadas, ouvidas, transcritas e lidas pelos pesquisadores. Algumas pequenas correções foram feitas, como por exemplo, eliminação dos termos, “ai”, “né”, ‘tá” etc. de modo a não comprometer o que era contado e o modo como era contado por elas. Alguns artifícios narrativos muito usados por elas se referem ao recurso de reprodução dos diálogos com as crianças como modo de significar o que queriam compartilhar conosco. Esses longos turnos de fala como diálogo

revelaram dimensões importantes das pedagogas no que se referem aos seus modos de estar na docência com as crianças. Como podemos ver nesse fragmento: *Quando estavam fazendo o biscoito de polvilho, uma criança batendo um papo com outra perguntou. E ai? Você sabe de onde que vem o polvilho? Aí falaram assim: vem do Polvo. Ah! é do polvo? Como é que é? Pega o polvo e rala? É. Alguns falaram que vinha do trigo*. Também foram mantidos alguns "tás" por significarem uma resolutividade para a professora em termos de desafio enfrentado. É o caso por exemplo da seguinte passagem: *Eles não são ovíparos, são anfíbios[...] aí em cima disso aqui, nós começamos um registro, então tá. Na primeira semana, eu coloquei um craft lá na parede, em frente, e coloquei de 2ª a 6ª. Então tá.*

Processo de análise de dados

Para analisar os dados, percorremos as enunciações das professoras e recortamos o conjunto narrativo acerca da prática adotada por elas durante o ensino de ciências e analisamos como uma unidade de sentido. Identificamos nas transcrições, relatos de situações em que as professoras procuram ensinar o conteúdo de ciências como algo que seja compreensível para as crianças.

Para caracterizar o CPC das professoras investigadas, iluminados pelo referencial teórico, decidimos nomear cada prática como sendo uma estratégia de ensino. Relembramos o leitor de que o construto teórico sobre o conhecimento pedagógico de conteúdo é considerado difuso e dele emergem muitas definições e modelos. Portando, é passível de ser abordado de muitas formas teóricas e metodológicas. O que está na base da teoria é o modo como o docente faz chegar aos estudantes o conteúdo que ensina. Entendemos que as estratégias são transformações manifestas do CPC que as professoras possuem (ROLLNICK *et al*., 2008).

A identificação dos episódios que caracterizaram o CPC das professoras nos rendeu uma grande quantidade de material bruto para ser estudado. Neste texto selecionamos alguns relatos com maior potencial para caracterizar diferentes estratégias, muito embora uma mesma estratégia seja recorrente nos relatos de outras colegas professoras. Em síntese, procuramos identificar nos episódios selecionados de CPC os tipos de estratégias que as professoras utilizavam para tornar o conteúdo compreensível aos alunos.

CONHECIMENTO PEDAGÓGICO DE CONTEÚDO E EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS: ESTRATÉGIAS A PARTIR DAS ENTREVISTAS REALIZADAS

Ao analisarmos o CPC sobre ensino de ciências das professoras identificamos sete estratégias de ensino utilizadas: estratégias de vivências e sensibilização; estratégias de síntese; estratégias de

problematização e sondagem; estratégias de "mão na massa"; estratégias de investigação; estratégias interdisciplinares; estratégias de metáforas e analogias. Tais estratégias foram categorizadas não com a intenção de rotular as narrativas das professoras, mas para identificar o que mais sobressaiu nas diferentes histórias e organizar falas em blocos de proximidade em termos de sentidos atribuídos.

Passaremos agora a definir e exemplificar as estratégias por meio de alguns trechos extraídos das narrativas das professoras. Ao fazê-lo, é necessário ressaltar a riqueza das narrativas como um todo e que o recorte e a identificação de um trecho da narrativa em uma ou outra categoria, não desconsidera a existência de outras estratégias também importantes no mesmo contexto.

Estratégias de vivências e sensibilização

Muitas vezes as professoras trabalham com os estudantes conhecimentos que estão na esfera dos hábitos e das atitudes. Nesse caso, utilizam estratégias que buscam sensibilizar, vivenciar ou mobilizar o aluno para determinada questão ou fato. Assim podemos afirmar que tais estratégias são muito utilizadas quando a professora quer despertar nas crianças a atenção para um determinado problema ou quando ela deseja desenvolver conteúdos de natureza atitudinais.

Por exemplo, a Professora Alice, criou situações de aprendizagem sobre o lixo com o intuito de promover nas crianças o interesse pelo estudo do ambiente e os cuidados necessários para com ele. Ela fomentou o interesse nas crianças para a coleta seletiva de lixo, o uso racional dos recursos naturais, a complexidade do ambiente urbano etc. Vejamos como Alice fez isso:

> [...] a gente saiu, olhou o quê que mais aparece de lixo aqui na redondeza, a gente viu as sacolas plásticas, garrafa pet, tiramos fotos entendeu? Aí a gente visitou o aterro, conversou lá com as pessoas, veio a Jussara aqui, [...] que retira o sustento do lixão e ela veio e deu a palestra com os meninos. Também conversou com os meninos, então teve tudo isso. A gente assistiu aquele filme "Ilha das Flores", discuti com eles, depois eu também fui lá em Santa Efigênia. Tem um lugar lá da prefeitura, que tem vários vídeos mostrando esta questão da reciclagem. Aí eu trouxe o vídeo da reciclagem, da lata, do alumínio, do papel [...] para eles verem como se dá o processo. A gente visitou os catadores de papel também, vimos como eles recolhem o lixo, porque recolhem [...] o cara da SLU falou, fez os cálculos da nossa sala, em casa, pedi eles para pegar o lixo deles e ver o que era lixo orgânico, o que não era, separar, fazer lista. Então teve todo esse trabalho com os meninos. Pra onde que o lixo vai? Todo o lixo que é recorrido vai para o lixão? Que antes tinha esta questão também do lixão. Onde tem lixão? o cara falou lá na SLU: - Não, aqui não é lixão, aqui é aterro. O quê que é aterro? Por que que funciona assim? O quê que é lixão? Por que que aqui não é lixão? A capacidade do aterro? Então tudo isso, e aí a gente fez um relatório.

Nesse episódio vemos que a professora sensibilizou as crianças para a existência lixos expostos no entorno da escola; para a questão social dos catadores de papel e das pessoas que tiram seu sustento do lixo; utilizou-se de vídeos sobre esse tema na perspectiva da denúncia e do estranhamento quanto aos

comportamentos humanos de descuidado com o planeta e com o próprio lixo; para a existência de aterros sanitário e os modos diferentes de se dar destino ao lixo de uma grande cidade. Todas essas ações buscavam, de acordo com o relato dela, sensibilizar quanto ao respeito pelo meio ambiente, visando promover mudanças de hábitos com relação ao lixo.

Estratégias de Síntese

Nos anos iniciais as professoras sempre procuram, durante uma atividade de ensino, fazer a síntese do que está sendo estudado. As sínteses servem para a criança estruturar suas ideias. Contando, escrevendo ou desenhando o que estudou, a criança estabelece relações lógicas e tem a possibilidade de construir a compreensão dos conteúdos ensinados. Dessa forma, quando se amplia, por meio das sínteses, a oportunidade de conversação e de argumentação durante as aulas, também se incrementam os procedimentos de raciocínio e habilidades dos alunos para compreender os temas propostos pois, como afirma Vigotsky (1984, p. 182) "o pensamento não apenas se expressa na palavra, por meio dela o pensamento se aperfeiçoa".

Professoras dos anos iniciais usam com muita frequência as estratégias de síntese, pois sabem que as crianças sentem a necessidade de estar refazendo o caminho percorrido, de recontar o acontecido. Nas entrevistas várias professoras relataram atividades de sistematização de conhecimentos como os recontos, a roda de discussão, fechamento oral, desenhos sobre o que aconteceu na aula, construções de textos escritos, diário de bordo, portfólios, glossários, confecções de livros etc. A professora Olívia relata diversos recursos usados por ela para se fazer uma síntese ou fechamento de um estudo realizado com as crianças. No desenvolvimento de uma abordagem sobre animais foi produzido um livro com textos das crianças, discutidos coletivamente e revisados por elas. Essa produção coletiva foi o modo adotado de síntese e documentação do vivido durante o processo de ensino-aprendizagem. Assim os conteúdos e desafios da língua portuguesa e da informática se tornaram recursos importantes na organização das informações que constituíram o livro produzido pela turma. Vejamos o relato da professora Olívia:

> **Olívia**: Eles escolheram o animal que eles queriam pesquisar dentro do grupo. Então eles produziam o texto. Quem trabalha com criança muito pequena sabe que pra eles produzirem um texto assim, coeso, é muito difícil. Eles têm a tendência de copiar ou de falar nada com nada, de ficar muito repetitivo. Então, isso aqui foi um trabalho muito rico dentro de português, integrado com ciências. Isso aqui durou dias, sabe? Assim, deles terem que fazer o outro ler, terem que ouvir o outro falar: "Acho que isso aqui não está legal", e fazer a correção mesmo, fazer a revisão. Então isso aqui - aponta mostrando o livro para o entrevistador - demorou muito. Depois disso aqui, eles foram pra aula de informática e [...] eles digitaram o texto. E foi outra labuta, porque eles não têm agilidade para digitar, assim, eles passaram umas duas ou três aulas...

> **Ely**: E como que surgiu esta ideia deles digitarem o texto?
>
> **Olívia**: Porque a gente pensou em fazer um livro. Então fomos digitar os textos, e depois eles ilustraram no computador também, estes textos, por exemplo, aqui eles falavam dos insetos, eles falavam da formiga, aí faziam um desenho de uma formiga...
>
> **Ely**: Mas no computador?
>
> **Olívia**: No computador. Com um programa no computador de desenho. E assim, com aquela preocupação Ely, de estar retratando aquele bicho ali, aquele animal da forma mais fiel que eles conseguiam assim, o inseto tem seis patas, então tem, sabe, aquele cuidado de ter seis patas. Então aí a gente fez o livrinho, aí ficou todo ilustrado por eles, ficou um show esse livrinho.

Podemos perceber que os conhecimentos de Língua portuguesa e informática, ferramentas para a organização do livro, foram também objeto de intenso aprendizado em contexto e compreendido como um recurso de comunicação real na vida das pessoas. Assim, o que acaba configurando-se como recurso de síntese pode também ser entendido como momento longo e intenso de outros aprendizados. Essa necessidade reconhecida pela professora dos anos iniciais de construir sínteses provisórios nos mais diversos momentos das intervenções pedagógica parece ser uma regra nesse segmento de ensino e muito próprio do saber docente dessas professoras. Essas práticas vão se perdendo ao longo dos períodos de escolarização e já no ensino médio se reduzem a parcos momentos como, por exemplo, nas aulas de revisão que antecedem as provas.

Estratégias de problematização e sondagem

A criança, através de interações com o meio físico e social e procurando explicar os fenômenos, constrói conceitos sobre o mundo a sua volta. Esses conhecimentos desenvolvidos pela criança constituem sistemas de interpretação e de leitura a partir dos quais elas conferem significados às situações de aprendizagem escolar (COLL, 1994). Por outro lado, a criança certamente não vê o mundo como nós, para a criança existe um encantamento e uma surpresa a cada encontro, ela nos mostra que o mundo é mais extraordinário do que pensamos. As estratégias de problematização e sondagem possuem essas duas características, levantar os conhecimentos prévios e ir construindo hipóteses e teorias a partir da perspectiva delas. A professora Perla nos apresenta um exemplo dessa estratégia:

> **Perla**: Eu te contei o caso da mandioca? Eles foram fazer o polvilho. Foram fazer uma culinária. O biscoito de polvilho. Quando estavam fazendo o biscoito de polvilho, uma criança batendo um papo com outra perguntou. E ai? Você sabe de onde que vem o polvilho? Aí falaram assim: vem do Polvo. Ah! é do polvo? Como é que é? Pega o polvo e rala? É. Alguns falaram que vinha do trigo. E aí nos arrancamos a mandioca com as crianças, descascamos, lavamos, cada um trouxe um ralinho.
>
> **Ely**: Vocês tinham mandioca aqui?

> **Perla**: É. Já foi plantada por outras crianças. Se não tivesse a gente ia comprar. Mas como a gente tinha, aí eles arrancaram a mandioca, lavaram, descascaram, ralaram, cada um ralou um pouquinho, coou normalmente e deixou decantando, tá? Deixou um pouco para azedar. Observou toda aquela questão do processo do polvilho doce. A gente explicou do polvilho azedo para as crianças. E isto aí uma vez feito pelas crianças, nunca mais vão esquecer. Olha o tanto de coisa que eles aprenderam.

Nesse fragmento de narrativa vemos que a professora, ao ouvir uma conversa casual entre duas crianças, o que em muitos casos poderia ter passado despercebido ou simplesmente liquidado com uma explicação, valoriza a questão, utiliza as hipóteses da criança, problematiza e faz com elas o polvilho, em todo o processo de transformação a partir da mandioca. Nas estratégias de sondagem e problematização a professora procura partir das hipóteses e conhecimentos anteriores, ampliar o conhecimento sobre os temas estudados e fazer com que as crianças se relacionem da sua maneira a ver e compreender o mundo.

Estratégias de "mão na massa"

O ensino de ciências estabelece uma estreita relação com a atividade prática, ou não. Poucos professores questionam a importância do trabalho prático no ensino de ciências, contudo as atividades de natureza prática e experimental são raras nos níveis mais avançados. No entanto, grande parte dos professores considera que é necessário manipular e agir sobre os objetos para compreendê-los. As estratégias de "mão na massa" são atividades que se fundamentam nessa ideia. Acredita-se que as crianças aprendem melhor por meio de atividades práticas. A partir desse pressuposto é comum o uso com as crianças de atividades de natureza experimental, construções de artefatos e objetos, construção de brinquedos, entre outros. A professora Meire relata uma experiência sobre a reflexão e absorção da luz, inspirada num programa que viu na televisão:

> **Meire**: um dia, sentada em casa eu vi no jornal que algumas empresas e escolas estavam colocando, no suporte de lâmpadas fluorescentes, papel laminado pra aumentar o poder de reflexão. Aí falei, gente vou falar isso com os meninos. Aí quando eu cheguei lá no outro dia, eu falei, gente, eu tenho que contar uma novidade pra vocês. Vocês não sabem o que eu vi no jornal ontem. Aí uma aluna minha disse: eu vi também! Foi aquelas empresas colocando aquele papel. Quer dizer, eu nem tinha falado que era relacionado a isso, e ela já estava antenada. E falou: eu vi também! Eu sei o que você vai falar. Você vai falar das empresas que colocaram papel laminado. Vamos colocar também? Vamos. No outro dia eles já levaram, a gente colocou também na nossa sala. Então assim, foi legal, sabe, foi muito legal. E aí a gente fez uma experiência que pegava a lanterna e colocava em volta dela na superfície assim, um papel preto, pra ver se ela iluminava do mesmo jeito com aquela parte prateada espelhada. Então a gente fez esse experimento e depois a gente conversou sobre isso, sobre o que eles tinham observado.

Vemos nas atividades propostas pelas professoras Perla e Meire, que as crianças agem, manipulam, visualizam e experimentam os objetos. Como as crianças não são abandonadas fazendo uma manipulação vazia de sentido e puramente lúdica. As professoras conferem valor no fazer como uma ação de aprendizagem em si. Na estratégia "Mão na massa", perguntas e discussões acompanham as atividades e conduzem as crianças a uma reorganização e reconstrução de seus conhecimentos.

Estratégia de Investigação

Concebemos a investigação como uma abordagem de ensino, que pode englobar uma diversidade de tipos de atividades, que visa o protagonismo do estudante, propicia o desenvolvimento de sua autonomia e de sua capacidade de tomar decisões, avaliar e resolver problemas, ao se apropriar de conceitos e teorias das ciências da natureza. Durante o processo de investigação, os alunos são levados a observar, analisar, pesquisar, classificar, caracterizar uma dada situação, fenômeno ou acontecimento. Nesta perspectiva, a estratégia de investigação promove o desenvolvimento dos processos das ciências, procura ensinar a criança a aprender a aprender, aprender a pensar e saber procurar novos conhecimentos quando e onde forem exigidos. A professora Dália nos apresenta um exemplo rico dessa estratégia, ao narrar um projeto sobre a transformação de um girino em sapo:

> **Dália**: Foi o seguinte: minha aluna chegou e trouxe girinos. No final de semana foi passear com o pai no sítio e trouxe os girinos. Aí eu perguntei: "e aí? O que nós vamos fazer com os girinos?" E a menina: "Ah! Eu trouxe para a gente pesquisar'. E eu disse: "Então vamos pesquisar!". Fomos lá, trocamos a água do girino, colocamos no aquário, limpamos direitinho, contamos os girinos, tá? E nós fizemos uma roda pra saber o que a gente ia pesquisar sobre os girinos. Até então eu não estava, não estava nos meus planos trabalhar girino, não tinha pensado como trabalhar animais. Não tinha pensado em como trabalhar girinos. Aí levantei com eles as dúvidas: o que nós vamos pesquisar? Por que que quando o sapo come fecha os olhos? Quantos anos vivem os sapos? Por que eles botam ovos e são anfíbios e não ovíparos? Qual que é a diferença entre sapos, rã e perereca? Existem quantas espécies de sapo, rã e perereca? Por que a fêmea tem perna grande e o macho não? Quanto tempo o girino demora para ele virar sapo? Então são perguntas que de cara detonam o professor. Aqui eu só sabia essa aqui, por que... quando eles botam ovos? Eles não são ovíparos, são anfíbios[...] aí em cima disso aqui, nós começamos um registro, então tá. Na primeira semana, eu coloquei um craft lá na parede, em frente, e coloquei de 2ª a 6ª. Então tá. O que nós observamos? Ele tem cauda, ele vive dentro da água, por que a rã bota ovos dentro da água? Ele é anfíbio, ele passa por oito fases, foi a fala das crianças. No terceiro dia o que aconteceu? Morreram três. Ah! E agora? Quantos nós temos? Aí trabalhamos a matemática.
>
> **Ely**: Aí vocês fizeram dia por dia?
>
> **Dália**: Dia por dia. Agora temos 28. O que é que eles comem? Eles comem poeira que virou barro. Até então tudo é novidade para todo mundo. Eles mudam rápido, quer dizer saem do lugar e saem rapidinho, movimentam, seria isto, coloca até a fala da criança mesmo. No dia 19: aí uma menina trouxe um sapinho de argila. "Nós vamos colocar o sapinho em cima do aquário, pro sapinho pensar que aquele ali é a mãe dele, que pode ser que ele vai ficar triste". Você entendeu? Então colocou o sapinho lá e desenhou. Eles estão com uma cauda grande. Eles foram observando. E no dia de medir? Foi o mais interessante. Eles pegaram o girino e colocaram lá em

> cima da carteira e mediram com a régua, deu uma aflição. Os bichinhos pulando[...] de repente apareceu a pata traseira de alguns girinos; a calda estava grande; começou a aparecer as patinhas e foi a maior festa, porque não foi só uma criança que descobriu. E aí eles foram correndo para outra sala: nossa o girino! Nasceu a patinha e tal! A sala inteira praticamente foi lá. Então isso aqui foi o processo desta observação.
>
> **Ely**: E aí o girino virou sapo mesmo?
>
> **Dália**: Virou um sapinho deste tamaninho. Aí todo final de semana a gente colocava bananinha lá para poder dar mosquitinho, que ele ia comer mosquitinho. Depois, ele morreu porque ele acabou pulando do aquário.

Este registro nos mostra que a professora acolheu a proposta inicial trazida por uma aluna, e as questões que envolviam os girinos passaram a ser questões do grupo. Como mediadora do processo de construção de conhecimentos das crianças, a professora organizou com o grupo atividades em que podiam observar e pesquisar o animal. Além das estratégias de investigação relatadas acima, Dália organizou várias outras atividades para problematizar e responder às questões iniciais do projeto, como por exemplo: visita a um ranário, conversa com um ranicultor convidado a ir à escola, envio de carta com perguntas a um biólogo, entre outras.

As estratégias de investigação relatadas pelas professoras, demonstram a familiaridade que ela e seus respectivos grupos de crianças têm com a pesquisa, a discussão, a tomada de decisões. Demonstram um interesse pelo processo pelo qual as crianças passam para aprender, pelo processo vivido, mais do que um produto ou meras informações em forma de notas de aula para serem copiadas no caderno. Tais estratégias de investigação constituem conteúdos a serem ensinados e apropriados pelas crianças.

Estratégias interdisciplinares

A interdisciplinariedade pode ser entendida como expressão das relações que ocorrem entre diferentes áreas do conhecimento ou mesmo entre disciplinas escolares no sentido de compreender ou resolver um problema, a partir das diferentes contribuições e olhares. Segundo Fazenda (1986) é toda interação que ocorre entre disciplinas no âmbito do conhecimento, dos métodos e da aprendizagem. Pressupõe, portando, a existência de disciplinas e de saberes disciplinarmente estabelecidos e que podem ser mobilizados para explicar uma dada realidade ou um problema específico. Desse modo, a interdisciplinaridade como estratégia ou recurso pedagógico favorece uma visão mais abrangente acerca de uma realidade que é complexa por natureza. As estratégias interdisciplinares permitem vivenciar um esforço de aproximação entre conteúdos ou saberes a princípio estanques em disciplinas recortadas nos currículos escolares. Tomando como ponto de partida a organização da informação e dos conhecimentos escolares, essa estratégia tem como perspectiva investigar um conteúdo a partir de múltiplos olhares ou

mesmo de duas ou mais disciplinas. Procura romper com a fragmentação do conhecimento enciclopédico que orienta nossos currículos ao serem ensinados de forma cartesiana, cumulativa e justaposta. É essa estratégia interdisciplinar que a professora Silvia evoca na sua narrativa sobre o projeto de revitalização do jardim da escola, desenvolvido com as crianças:

> **Silvia**: No final do projeto quando a gente terminou de florir tudo, e estava só na manutenção, eles foram escrever, fazer tipo uma avaliação do quê que eles aprenderam. Aí eles disseram que conheceram muitos lugares, aprenderam a lidar com plantas, aprenderam que existem vários tipos de solos, terrenos, que plantas que gostam de sombra, aprenderam que plantas que gostam de sol. Foram descrevendo. Tem inclusive relatórios deles de avaliação, que são muito legais. Eles fizeram concurso de frases sensibilizando a escola toda pra cuidar desse jardim. Não foram só eles que plantaram, mas pediram ajuda da escola. Fizeram concurso de frases, de plaquinhas com frases educativas no jardim... Então eles fizeram um relatório muito legal do que eles aprenderam na época, que além de oportunidade de estar saindo (de sala de aula e até mesmo da escola), de estar conhecendo outros lugares, eles foram ao Horto, eles foram ao Jardim Botânico, eles foram à feira das flores que tem ali na Bernardo Monteiro, conheceram tipos de plantas que gostavam de sol, que gostavam de sombra, porque tinham uns jardins que ficavam debaixo da árvore, então eles fizeram um relatório super legal do que eles aprenderam com tudo isso. Na verdade, o que eles queriam era florir e só. Era o que eles queriam fazer. Então, pra atingir este objetivo, a gente teve que pesquisar em várias áreas, tanto português, (questão de como fazer um ofício, a questão de matemática, (conseguir dinheiro, o preço das mudas). Aí eles perguntaram na feira, eles foram pesquisar o preço, porque a gente quer plantar essa e se essa é boa, dá pra plantar na sombra, mas e o preço? É caro? Não é caro? Como conseguir este dinheiro? Até que a gente conseguiu de graça. Foi todo um trabalho. A avaliação do grupo foi muito legal e que eles aprenderam muito sobre estar lidando com planta.

Esse episódio demonstra que a partir do momento em que a turma de alunos decide revitalizar o jardim da escola, a professora Silvia, organiza o projeto e reconhece a mobilização de saberes da matemática e das linguagens, dos estudos do meio e de conhecimentos biológicos.

Para conseguir seus objetivos as crianças tiveram que conhecer as características de vários tipos de plantas, quais eram as mais adequadas para os canteiros, como trabalhar a terra para poder plantá-las, observar o movimento dos astros e a formação de áreas de luz e sombras nas praças, jardins e escolas, ainda que não tenham sido assim explicitados e enunciados pela professora. Foi necessário aprender a escrever ofícios, fazer contas para o orçamento do jardim, etc. Além disso, durante o projeto os alunos tiveram a oportunidade de conhecer outros espaços de formação além da escola, o que é muito valorizado por ela em seus relatos. É importante considerar que a professora compreende e explicita a presença de outras disciplinas para além da ciência. É também importante destacar que ela não restringe o projeto de revitalização a um simples fazer laboral de jardinagem.

Na prática dessa professora, percebe-se que diferentes conteúdos se prestam a responder os problemas em discussão, nesse caso, ligados às ciências. Para responder a alguma questão, registrar o processo de trabalho, como ela destaca, o grupo teve de lançar mão de conteúdos de outras disciplinas. Vemos que com frequência é necessário mobilizar conceitos e procedimentos comuns a outras

disciplinas ou áreas de conhecimento, para responder às questões eleitas em um projeto ou atividade de ciências e esse tipo de estratégia parece bem estabelecido entre as professoras. Não entramos aqui no aprofundamento dos diferentes entendimentos de interdisciplinaridade, a partir das diferentes contribuições dos teóricos da educação, mas tão somente quisemos identificar a presença desse conhecimento docente sobre um conteúdo pedagógico que a professora nos deu a ver.

Estratégias de metáforas e analogias

Em nosso cotidiano usamos com frequência as metáforas e analogias com o objetivo de ensinar algum conteúdo. Procuramos constantemente comparar objetos ou estruturas diferentes visando estabelecer uma metáfora ou analogia. Acreditamos que tais estratégias nos ajudam a visualizar e a entender melhor aquilo que estamos estudando ou pesquisando. Consideramos que a diferença entre metáfora e analogia está na relação de comparação entre os sistemas, a analogia apresenta maior equivalência nas relações entre os dois sistemas.

As metáforas e analogias são as comparações não literais entre domínios ou sistemas superficialmente desiguais. As estratégias de metáforas e analogias têm a peculiaridade de inferir propriedades e características a um objeto ou sistema desconhecido a partir de um objeto ou sistema conhecido. A professora Ana nos apresenta um exemplo dessa estratégia:

> **Ana:** Então por exemplo, a gente fez uma linha de tempo, no pátio da escola entendeu, que partiu lá do morro, lá de baixo, que representava o aparecimento da terra, 5 milhões de anos, e viemos de 5, 4 bilhões, 3 bilhões, aí até chegar o aparecimento dos dinossauros, andamos de 10 em 10 metros, de 1 milhão a 1 milhão de anos, até chegar aqui na porta da sala. Então fizemos por exemplo: apareceram os dinossauros há 250 milhões de anos e o homem está aqui. Fizemos esta linha de tempo, por causa da distância do aparecimento da Terra, do surgimento da Terra, até o aparecimento do homem. Depois nós fizemos uma outra, que aí pegou só aquele pedacinho, que era quando os dinossauros desapareceram até o aparecimento do homem. E partimos de novo de lá pra ver que realmente o aparecimento do homem em relação a tudo que aconteceu no planeta até hoje, é uma coisa muito pequena. Depois eles fizeram uma linha de tempo que é só da vida deles, assim do último século, você entendeu?

Nesse exemplo a professora sabendo da dificuldade da criança em estimar e comparar números grandes, realiza algumas atividades em que as crianças possam fazer estimativas desses números a partir de uma mudança de escala. A professora utiliza uma escala de distância para entender e visualizar uma escala de tempo, e desta maneira constrói-se a metáfora de considerar um metro como um milhão de anos. As estratégias de metáforas e analogias possuem essa característica: despreza-se as diferenças buscando enfatizar as similaridades estruturais ou funcionais dos sistemas comparados. Este exemplo nos mostra como o raciocínio metafórico e analógico nos ajudam a entender a realidade.

As estratégias de metáforas e analogias foram as que menos se evidenciaram nas narrativas das professoras. Em todas as entrevistas analisadas esse foi o único trecho em que aparece essa estratégia. Resolvemos considerá-la como categoria, pois Shulman (1986) afirma que as metáforas e analogias são partes integrantes do CPC. Procuraremos assim, discutir rapidamente porque as estratégias de metáforas e analogias foram tão raras na narrativa das professoras.

Acreditamos que este fato pode ocorrer por dois motivos: O primeiro é que das sete estratégias que evidenciamos a partir da análise da narrativa das professoras, as estratégias de metáforas e analogias são as que mais necessitam de um conhecimento de conteúdo bem estruturado para ser desenvolvido. A construção de uma metáfora ou analogia requer grande entendimento da disciplina ensinada e do conhecimento prévio dos alunos. Dessa forma, por exemplo, utilizar o sistema solar como metáfora para explicar o átomo pode não ser uma boa estratégia para ensinar alunos das series iniciais uma vez que eles nem sempre apresentam um conhecimento preciso do sistema solar. Por outro lado, ao considerar um metro como um milhão de anos, a professora Ana realizou uma metáfora precisa e significativa para os alunos, que possibilitou a compreensão da situação. Outro motivo que pode explicar é que talvez, mesmo que inconscientemente, as professoras percebem o mesmo que a pesquisa acadêmica indica (STERNBERG; NIGRO, 1980), a saber, que o uso de metáforas e analogias nas séries iniciais é pouco aconselhável, já que, na maioria das vezes, necessita que os alunos possuam competências e habilidades próprias do pensamento formal que muitas vezes até elas mesmas podem não dominar.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As estratégias adotadas pelas professoras são variadas, pertinentes e potencialmente ricas para promover o aprendizado das crianças sobre o mundo. Permitiram que as crianças manifestassem suas curiosidades e interesses específicos e que esses fossem acolhidos como objeto de atenção e compreensão. As interações das crianças com o mundo foram exploradas nas mais diversas formas como comunicados por meio de ofícios, visitações, vídeos, conhecimento dos modos de vida de trabalhadores, o que fazem, como ganham o próprio sustento, entre outros. Os estudos foram realizados numa perspectiva lúdica, alegre, engraçada sobre a origem das coisas e das palavras. A dimensão estética da escola e de seu entorno, com suas praças e jardins assumiu um olhar da cultura como modos de manifestação e existência do belo, do cuidado, das diferenças. Experimentos foram realizados na escola reproduzindo práticas sociais como existentes na produção de alimentos. Levaram em conta as hipóteses levantadas pelas crianças e analisaram suas experiências, desenvolvendo nelas atitudes

científicas. Destacaram a importância que conferem ao trabalho de campo, favorecendo por meio das investigações o desenvolvimento de uma postura reflexiva e crítica.

O olhar atento para os problemas no contexto da realidade local e das explicações científicas se deu como intenção consciente da professora em procurar desenvolver nas crianças atitudes diante da vida em sociedade, a realizar procedimentos específicos par obter um determinado resultado. Puderam vivenciar um assunto a partir de vários ângulos e das contribuições de diferentes conteúdos disciplinares e de fontes de consulta diversas.

Analisando as estratégias que aparecem nas narrativas das professoras, notamos que apresentam uma peculiaridade: são estratégias que podem ser utilizadas em qualquer seguimento da vida escolar. Nos episódios narrados podemos dizer que nenhuma das estratégias evocadas são especificas do ensino de ciências naturais. Elas podem ser utilizadas igualmente para abordar qualquer tema da vida. A estratégia "mão na massa", por exemplo, pode ser usada tanto para estudar a sombra através de um experimento, como pode ser usada para a construção de uma maquete na aula de artes. Em ambas as atividades os estudantes agem sobre os objetos para aprender.

Tomando como referência o trabalho de Veal e MaKinster (1999), nossos dados e análises corroboram a existência de um CPC geral que elas mobilizam ao ensinar ciências para as crianças. Assim a professora, por meio de seus saberes, seu CPC geral e seus estudos, acaba desenvolvendo um CPC para cada tópico específico que ela ensina. Por conseguinte, as estratégias utilizadas pelas professoras são transferíveis e utilizadas nas diversas abordagens de sala de aula, o que significa dizer do caráter universal que possuem, uma vez que elas podem ser mobilizadas de forma independente, em diferentes áreas de conhecimento. Esse conhecimento pedagógico de conteúdo, que é específico e característico das professoras dos anos iniciais, é o que lhes permite ter sucesso na tarefa de educar as crianças.

O modelo do CPC indica uma diferença no desenvolvimento e construção do CPC para professores especialistas e professoras generalistas. Os professores especialistas geralmente tendem a desenvolver seu CPC a partir do CPC do tópico específico e a partir dele desenvolvem os CPC do domínio específico e o CPC geral. Por esse motivo, a literatura da área considera o conhecimento de conteúdo quase como um pré-requisito para desenvolver o CPC. Por outro lado, as professoras generalistas estabelecem relações mais dialéticas para o desenvolvimento do CPC, principalmente se já possuem experiência docente. Vemos que quando elas ensinam um conteúdo pouco familiar, como é o caso dos conteúdos de ciências, utilizam todo o seu arsenal de saberes para ensinar. As professoras generalistas geralmente usam seu CPC geral como suporte para ensinar e desenvolver o CPC de um tópico que lhe é pouco familiar.

Esse dado corrobora com o estudo de Nixon *et al.* (2019) que evidenciou que o conhecimento de conteúdo das professoras dos anos iniciais para tópicos específicos da escolarização se desenvolve com a experiência docente, com pouca ou nenhuma intervenção de processos formais de desenvolvimento profissional. Os autores sugerem que esse desenvolvimento do conhecimento de conteúdo pode ser atribuído às oportunidades que as professoras encontram de aprender dentro do contexto da própria prática. Assim elas buscam entender melhor as temáticas de ciências que são responsáveis a ensinar por meio da investigação pessoal, interação com as crianças, consultas a colegas de profissão, entre outras estratégias. Todas as professoras que participaram dessa investigação têm mais de sete anos de experiência docente, o que possivelmente lhes permitiu utilizar seu CPC geral, estudos e saberes para desenvolver o CPC do tópico específico que desejavam ensinar aos seus alunos.

O ensino nos primeiros anos é notoriamente complexo, pois requer a integração de uma variedade de saberes. As professoras desse nível de ensino devem ter um conhecimento amplo que abranja desde psicologia até língua portuguesa, passando por matemática, artes, ciências e educação física. No entanto, a inadequação do conhecimento do conteúdo das professoras tem dominado o debate em torno da qualidade do ensino de ciências nos anos iniciais. Contrariamente ao que muitos implicitamente argumentam, não é necessário que a professora seja especialista em cada uma dessas disciplinas. O domínio completo de todo o conteúdo conceitual, não é viável nem necessário para o ensino nessa etapa do Ensino Fundamental. Todos os professores, sejam especialistas ou generalistas, em algum momento enfrentam desafios conceituais ao ensinar determinados temas aos alunos. Assim, ainda que o conhecimento do conteúdo continue a ser um elemento essencial para a ação pedagógica, o enquadramento contínuo do ensino de ciências nos anos iniciais em torno deste modelo tem desvalorizado e subestimado em grande parte as habilidades pedagógicas que as professoras dos anos iniciais trazem para a educação científica. O desafio para nós formadores é superar o modelo do déficit de conteúdo e considerar as necessidades formativas das professoras em uma perspectiva mais ampla, reconhecendo os saberes importantes que elas mobilizam ao ensinar ciências às crianças.

Em vez de olhar para o déficit das professoras dos anos iniciais, optamos por ouvir delas o que fazem e como fazem para ensinar ciências para as crianças. A partir daí procuramos colocar o foco nas potencialidades expressas por meio de um conjunto de estratégias que permitem fazer com elas introduzam as crianças no universo do conhecimento científico. São essas ferramentas ou conhecimentos pedagógicos específicos que elas dominam que garantem a elas as possibilidades ricas e potenciais para que as crianças aprendam a olhar o mundo de um modo informado ou culturalmente educado pela escola.

Autores como Maués (2003) e Appleton (2006) observaram que professoras dos anos iniciais do Ensino Fundamental frequentemente recorrem ao seu CPC de outras áreas de aprendizagem quando ensinam ciências, com efeitos benéficos. Concordamos com Lima e Maués (2006) quando afirmam:

> O discurso sobre os professores guarda uma crença equivocada de que as pesquisas sobre o domínio conceitual fornecem ferramentas ou saberes para uma intervenção autorizada sobre o que se deve ensinar, ser e fazer com as crianças. Ao contrário disso, compartilhamos da ideia de que é preciso construir um outro olhar, de outro lugar para se compreender o fazer e a constituição da professora. (LIMA; MAUÉS, 2006, p. 167).

Estamos diante de um problema de alteridade, as pesquisas e processos de desenvolvimento profissional fundamentados na crença do déficit de conteúdo do professor não reconhece a professora dos anos iniciais do Ensino Fundamental como "outro". Os defensores desse modelo geralmente são pesquisadores e formadores de professores da área de educação em ciências formados em Biologia, Física e Química, olham para os educadores desses níveis de ensino com a visão do especialista. Enxergam apenas desconhecimento, erros, senso comum e lacunas. O fato é que as pesquisas que fundamentam a crença no modelo do déficit de conteúdo muitas vezes não reconhecem que os conhecimentos e os objetivos educacionais requeridos para ensinar as crianças dos anos iniciais do Ensino Fundamental são diferentes daqueles voltados à educação dos segmentos subsequentes.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nesta pesquisa nos propusemos investigar as estratégias que professoras dos anos iniciais do Ensino Fundamental mobilizaram para ensinar temáticas de ciências para as crianças. Para isso, percorremos as enunciações das professoras ao narrar as práticas adotadas por elas durante o ensino de ciências. Buscamos identificar os tipos de estratégias que as professoras utilizavam para tornar o conteúdo compreensível aos alunos utilizando como referencial teórico o construto de conhecimento pedagógico de conteúdo.

A pesquisa revelou que as estratégias empregadas pelas professoras são aplicáveis e adaptáveis em diferentes abordagens de ensino, demonstrando sua natureza universal. Essas estratégias podem ser usadas de forma independente em diversas áreas do conhecimento o que permite concluir a existência de um CPC geral que elas mobilizam ao ensinar ciências para as crianças.

Nesse cenário, as professoras dos anos iniciais tendem a desenvolver seu CPC de forma mais dialética, especialmente se já possuem experiência docente. Quando ensinam conteúdos menos familiares, como ciências, recorrem a uma variedade de conhecimentos para apoiar o ensino. Em geral,

as professoras generalistas utilizam seu CPC geral como base para ensinar e desenvolver o CPC de tópicos menos familiares.

Do ponto de vista da formação das pedagogas, esses resultados ressaltam a necessidade de transcender o modelo de déficit de conteúdo. Ao invés de se fundamentar na premissa de um suposto conhecimento limitado das pedagogas sobre o conteúdo, é imperativo adotar uma abordagem mais holística das suas necessidades formativas. Além disso, emerge como um elemento crucial nesse contexto acadêmico e profissional, o reconhecimento e valorização dos saberes essenciais que elas mobilizam ao ensinar ciências às crianças.

Por fim, enfatizamos a importância que futuras pesquisas investiguem os mecanismos pelos quais as professoras dos anos iniciais desenvolvem o conhecimento pedagógico de conteúdo (CPC) ao abordarem temas de ciências naturais. É crucial lançar luz sobre como esse processo ocorre durante a experiência de ensino, com uma atenção especial voltada para a aprendizagem autodirigida da professora. Ao aprofundarmos nossa compreensão desses mecanismos, poderemos não apenas oferecer apoio tangível e direcionado às professoras, mas também contribuir para o avanço do campo educacional, fornecendo insights que possam informar tanto as práticas de formação docente inicial quanto continuada.

REFERÊNCIAS

ABELL, S. K. “Twenty years later: Does pedagogical content knowledge remain a useful idea?”. **International Journal of Science Education**, vol. 30 n. 10, 2008.

AGATHANGELOU, S. A.; CHARALAMBOUS, C. Y. “Is content knowledge pre-requisite of pedagogical content knowledge? An empirical investigation”. **Journal of Mathematics Teacher Education**, vol. 24, n. 1, 2021.

AKERSON, V. L.; BARTELS, S. L. “Elementary science teaching”. *In*: LEDERMAN, N. G.; ZEIDLER, D. L.; LEDERMAN, J. S. (eds.). **Handbook of Research on Science Education**. New York: Routledge, 2023.

ALKA, M.; BANCONG, H.; MUZAINI, M. “Bibliometric analysis of pedagogical content knowledge (pck) publication trends in Scopus database from 2018 to 2022”. **Studies in Learning and Teaching**, vol. 4, n. 2, 2023.

APPLETON, K. “Elementary Science Teaching”. *In*: ABELL, S. K.; LEDERMAN, N. G. (eds.). **Handbook of Research on Science Education**. Mahwah: Lawrence Erlbaum, 2007.

APPLETON, K. “Science pedagogical content knowledge and elementary school teachers”. *In*: APPLETON, K. **Elementary science teacher education**: international perspectives on contemporary issues and practice. Mahwah: Association for Science Teachers and Laurence Erlbaum, 2006.

BAUER, M. W.; GASKELL, G. **Pesquisa qualitative com texto, imagem e som**: um manual prático. Petrópoles: Editora Vozes, 2002.

BENNETT, J. *et al*. "Mixed methods, mixed outcomes? Combining an RCT and case studies to research the impact of a training programme for primary school science teachers". **International Journal of Science Education**, vol. 41, n. 4, 2019.

BERRY, A.; DEPAEPE, F.; VAN DRIEL, J. H. "Pedagogical content knowledge in teacher education". *In*: LOUGHRAN, J.; HAMILTON, M. L. (eds.). **International handbook of teacher education**. Singapore: Springer, 2016.

BEUDELS, M. M.; DAMERAU K.; PREISFELD, A. "Effects of an Interdisciplinary Course on Pre-Service Primary Teachers' Content Knowledge and Academic Self-Concepts in Science and Technology–A Quantitative Longitudinal Study". **Education Sciences**, vol. 11, n. 11, 2021.

BRASIL. **Resolução CNE/CP n. 2, de 20 de dezembro de 2019**. Brasília: Planalto, 2019. Disponível em: <www.planalto.gov.br>. Acesso em: 23/01/2024.

COLL, C. S. **Aprendizagem escolar e construção do conhecimento**. Porto Alegre: Editora Artes Médicas, 1994.

FAZENDA, I. C. A. **Interdisciplinaridade**: qual o sentido? São Paulo: Editora Paulus, 2003.

FERNANDEZ, C. "Revisitando a base de conhecimentos e o conhecimento pedagógico do conteúdo (PCK) de professores de Ciências". **Revista Ensaio**, vol. 17, n. 2, 2015.

GALIMOVA, E. G. *et al*. "A review of research on pedagogical content knowledge in science and mathematics education in the last five years". **Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education**, vol. 19, n. 2, 2023.

GARCÍA-FERNÁNDEZ, B.; SOBRINO-COSTOSO, C. E.; RUIZ-GALLARDO, J. R. "Teachers' and Their Pupils' Performance on Plant Nutrition: a Comparative Case". **Research in Science Education**, vol. 52, 2022.

GEDDIS, A. N. "Transforming subject-matter knowledge: the role of pedagogical content knowledge in learning to reflect on teaching". **International Journal of Science Education**, vol. 15, n. 6, 1993.

GESS-NEWSOME, J. "Pedagogical content knowledge: An introduction and orientation". *In*: J. GESS-NEWSOME. N.; LEDERMAN, G. (eds.). **Examining pedagogical content knowledge**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1999.

GOLBY, M.; MARTIN, A.; PORTER, M. "Some researches' understanding of primary teaching: comments on Mant and Summers' 'Some primary-school teachers' understanding of the Earth's place in the universe". **Research Papers in Education**, vol. 10, n. 3, 1995.

GUDMUNDSDOTTIR, S.; SHULMAN, L. "Pedagogical Content Knowledge in Social Studies". **Scandinavian Journal of Educational Research**, vol. 31, n. 2, 1987.

HARLEN, W.; HOLROYD, C. "Primary teachers' understanding of the concepts of science: impact on confidence and teaching", **International Journal of Science Education**, vol. 19, n. 1, 1997.

HASHWEH, M. “Pedagogical content knowledge: Twenty-five years later”. *In*: CRAIG, C. J. *et al*. (eds.). **From teacher thinking to teachers and teaching**: The evolution of a research Community. Bingley: Emerald Group Publishing Limited, 2013.

HAVERLY, C.; DAVIS, E. A. “Unpacking readiness for elementary science teaching: what preservice teachers bring and how that can be shaped through teacher education”. **Studies in Science Education**, vol. 60 n. 1, 2024.

KIND, V. “Pedagogical content knowledge in science education: Perspectives and potential for progress”. **Studies in Science Education**, vol. 45, n. 2, 2009.

LEE, O. “Subject matter knowledge, classroom management, and instructional practices in middle school science classrooms”. **Journal of Research in Science Teaching**, vol. 32, n. 4, 1995.

LIMA, M. E. C. C. *et al*. “O trabalho com narrativas na investigação em educação”. **Educação em Revista**, vol. 31, n. 1, 2015.

LIMA, M. E. C. C.; MAUÉS, E. “Uma releitura do papel da professora das séries iniciais no desenvolvimento e aprendizagem de ciências das crianças”. **Revista Ensaio**, vol. 8, n. 2, 2006.

MALINE, C. M. *et al*. “Ressignificação do Trabalho Docente ao Ensinar Ciências na Educação Infantil em uma Perspectiva Investigativa”. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, vol. 18, n. 3, 2018.

MANT, J.; SUMMERS, M. “Some primary-school teachers’ understanding of the Earth's place in the universe”. **Research Papers in Education**, vol. 8, n. 1, 1993.

MAUÉS, E. **Ensino de Ciências e Conhecimento Pedagógico de Conteúdo**: narrativas e práticas de professoras das séries iniciais (Dissertação Mestrado em Educação). Belo Horizonte: UFMG, 2003.

MÉTIOUI, A. “Primary School Preservice Teachers’ Alternative Conceptions about Light Interaction with Matter (Reflection, Refraction, and Absorption) and Shadow Size Changes on Earth and Sun”. **Education Sciences**, vol. 13, n. 5, 2023.

NAPIER, J. B.; LUFT, J. A.; SINGH, H. “In the Classrooms of Newly Hired Secondary Science Teachers: The Consequences of Teaching In-field or Out-of-field”. **Journal of Science Teacher Education**, vol. 31, n. 7, 2020.

NIKOLOPOULOU, A. *et al*. “Kindergarten students’ and pre-service teachers’ perceptions regarding the frequency of the Moon’s appearance at night”. **International Journal of Early Years Education**, vol. 32, n. 1, 2024.

NIXON, R. S. *et al*. “Elementary teachers’ science subject matter knowledge across the teacher career cycle”. **Journal of Research in Science Teaching**, vol. 56, 2019.

RAVAGNOLI, N. C. S. R. “A entrevista narrativa como instrumento na investigação de fenômenos sociais na linguística aplicada”. **The Especialist**, vol. 39, n. 3, 2018.

ROLLNICK, M. *et al*. “The place of subject matter knowledge in pedagogical content knowledge: A case study of South African teachers teaching amount of substance and chemical equilibrium”. **International Journal of Science Education**, vol. 30, n. 10, 2008.

SEN, M.; DEMIRDÖGEN, B.; ÖZTEKIN, C. "Interactions among Topic-Specific Pedagogical Content Knowledge Components for Science Teachers: The Impact of Content Knowledge". **Journal of Science Teacher Education**, vol. 33, n. 8, 2022.

SHULMAN, L. "PCK: Its genesis and exodus". *In*: BERRY, A. K. *et al*. (eds.). **Re-examining pedagogical content knowledge in science education**. New York: Routledge, 2015.

SHULMAN, L. S. "Foreword". *In*: GESS-NEWSOME, J.; LEDERMAN, N. G. (eds.). **Examining pedagogical content knowledge**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1999.

SHULMAN, L.S. "Knowledge and Teaching: foundations of the new reform". **Harvard Educational Review**, vol. 57, n. 1, 1987.

SHULMAN, L.S. "Those Who Understand: knowledge growth in teaching". **Educational Researcher**, vol. 15, n. 2, 1986.

SOTO, M. A. P.; HERRERA, P. A. A. "Conocimiento técnico pedagógico del contenido (TPACK) en Iberoamérica: Una revisión bibliográfica". **Revista Andina de Educación**, vol. 6, n. 2, 2023.

SOUZA, M. N. M.; SANTOS, J. A. L.; MOREIRA, G. E. "Percepções de licenciandos sobre o ensino de matemática à luz da formação inicial com oficinas práticas". **Boletim de Conjuntura (BOCA)**, vol. 16, n. 48, 2023.

SUMMERS, M.; KRUGER, C. "A longitudinal study of a constructivist approach to improving primary school teachers' subject matter knowledge in Science". **Teaching and Teacher Education**, vol. 10, n. 5, 1994.

SUMMERS, M.; MANT, J. "A survey of British primary school teachers' understanding of the Earth's place in the universe". **Educational Research**, vol. 37, n. 1, 1995.

TSALIKI, C. *et al*. "Evaluating Inquiry Practices: Can a Professional Development Program Reform Science Teachers' Practices?". **Journal of Science Teacher Education**, vol. 33, n. 8, 2022.

VAN DRIEL, J. *et al*. "The development of preservice chemistry teachers' pedagogical content knowledge". **Science Education**, vol. 86, n. 2, 2002.

VEAL, W. R.; MAKINSTER, J. G. "Pedagogical content knowledge taxonomies". **Electronic Journal of Science Education**, vol. 3, n. 4, 1999.

VIGOTSKY, L. S. **A formação social da mente**. São Paulo: Editora Martins Pontes, 1984.



BOLETIM DE CONJUNTURA (BOCA)

Ano VI | Volume 18 | Nº 52 | Boa Vista |2024

http://www.ioles.com.br/boca

Editor chefe:

Elói Martins Senhoras

Conselho Editorial

Antonio Ozai da Silva, Universidade Estadual de Maringá

Vitor Stuart Gabriel de Pieri, Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Charles Pennaforte, Universidade Federal de Pelotas

Elói Martins Senhoras, Universidade Federal de Roraima

Julio Burdman, Universidad de Buenos Aires, Argentina

Patrícia Nasser de Carvalho, Universidade Federal de Minas Gerais

Conselho Científico

Claudete de Castro Silva Vitte, Universidade Estadual de Campinas

Fabiano de Araújo Moreira, Universidade de São Paulo

Flávia Carolina de Resende Fagundes, Universidade Feevale

Hudson do Vale de Oliveira, Instituto Federal de Roraima

Laodicéia Amorim Weersma, Universidade de Fortaleza

Marcos Antônio Fávaro Martins, Universidade Paulista

Marcos Leandro Mondardo, Universidade Federal da Grande Dourados

Reinaldo Miranda de Sá Teles, Universidade de São Paulo

Rozane Pereira Ignácio, Universidade Estadual de Roraima