

O CONHECIMENTO PEDAGÓGICO DO CONTEÚDO: MODELOS E IMPLICAÇÕES AO ENSINO DE CIÊNCIAS

Boniek Venceslau da Cruz Silva

*Doutor em Ensino de Ciências e Matemática pela Universidade Federal do RGN (UFRGN)
Professor Adjunto da Universidade Federal do Piauí (UFPI).*

Docente e orientador do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física.

Docente Orientador do Programa Residência Pedagógica da UFPI.

Docente do Curso de Ciências da Natureza.

boniek@ufpi.edu.br

RESUMO

Uma das principais perguntas que rege as pesquisas em ensino de Ciências diz respeito a como o professor de Ciências transforma o conhecimento que possui em conhecimentos compreensíveis para os alunos da Educação Básica. Na literatura especializada é possível investigar essa questão a partir de diferentes perspectivas teóricas. Neste trabalho, iremos apresentar umas delas, o conhecimento pedagógico do conteúdo (Pedagogical Content Knowledge ou PCK, na sigla em inglês). Ele se refere ao conhecimento específico do docente da disciplina, que o diferencia do especialista da área. No contexto internacional, o PCK vem recebendo atenção nos estudos e investigações acerca da formação de professores de Ciências. No contexto brasileiro, ele ainda não é devidamente valorizado pela comunidade. Neste sentido, apresentamos o PCK, principais modelos para o ensino de Ciências e algumas implicações para o ensino.

Palavras-chave: Conhecimento Pedagógico do Conteúdo, Lee Shulman, Ensino de Ciências.

THE PEDAGOGICAL CONTENT KNOWLEDGE: MODELS AND IMPLICATIONS FOR SCIENCE EDUCATION

ABSTRACT

One of the main questions that govern the researches in science education concerns how the professor of Sciences transforms the knowledge that he has in knowledge comprehensible for the students of Basic Education. In the specialized literature it is possible to investigate this question based on different theoretical lenses. In this work, we will show some of them called Pedagogical Content Knowledge. It concerns the specific knowledge of the teacher of the discipline, which differentiates him from the specialist in the area. In the international context, the PCK has been receiving a lot of attention in the studies and investigation of the formation of science teachers. In the Brazilian context, it is little recognized by the community. In this work, we present the the PCK with main proposals of PCK for the Science Education.

Keywords: *Pedagogical Content Knowledge, Lee Shulman, Science Education.*

1 INTRODUÇÃO

A noção de conhecimento pedagógico do conteúdo foi proposta inicialmente por Lee Shulman. No seu artigo *Those Who understand: knowledge growth in teaching* (SHULMAN, 1986), ele sinaliza a existência de três categorias relativas ao conhecimento do conteúdo para os professores: Conhecimento do conteúdo específico, Conhecimento do currículo e Conhecimento pedagógico para o conteúdo.

Já no seu artigo *Knowledge and teaching: foundations of the new reform*, Shulman (1987) insere o PCK como um dos sete conhecimentos necessários para o professor. São eles:

1. Conhecimento de Conteúdo;
2. Conhecimento Pedagógico Geral;
3. Conhecimento Pedagógico do Conteúdo;

4. Conhecimento dos Aprendizes;
5. Conhecimento Curricular;
6. Conhecimento dos Contextos Educacionais;
7. Conhecimento dos Fins Educacionais.

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

Portanto, o PCK transcende o conhecimento da matéria e desemboca no conhecimento da matéria para o seu ensino. Ele é desenvolvido, especialmente, nas etapas de elaboração, aplicação e avaliação de atividades pelo professor.

O PCK também distingue um professor excelente de alguém que apenas conhece a disciplina. Para Shulman, a diferença reside no fato de que o professor possui um arsenal de formas de representações derivadas do saber da prática, o que possibilita a transformação do conteúdo em formas acessíveis de compreensão para os estudantes.

Embora o PCK seja conhecido internacionalmente, como Lederman (2007), por exemplo, já sinalizava há algum tempo, no Brasil esse constructo é pouco reconhecido e utilizado pela comunidade especializada da área de Ensino de Ciências¹.

¹ Embora as investigações do PCK relacionadas ao ensino de Ciências, no Brasil, sejam em número reduzido quando comparadas ao cenário internacional, podemos encontrar algumas pesquisas, principalmente em nível de doutorado, como, por exemplo, na Química: Goes (2014), Crispim (2016), Elias (2011), Giroto Júnior (2012) e Moreira (2015). Na Física, destacamos o trabalho de Testoni (2013) e Silva (2018).

Buscando contribuir com o preenchimento dessa lacuna, nesse trabalho propomos uma abordagem teórica sobre o PCK, na qual iremos discorrer sobre alguns modelos de PCK e implicações para o ensino de Ciências.

2 MODELOS DE CONHECIMENTO PEDAGÓGICO DO CONTEÚDO PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS

Neste tópico trazemos algumas propostas de modelos de PCK para o ensino de Ciências. Apresentamos duas encontradas na literatura, a saber: Magnusson, Krajcik e Borko (1999) e Park e Oliver (2008). Escolhemos esses dois modelos por serem bastante utilizados nas pesquisas em Ensino de Ciências e pelo antagonismo na sua forma de explicação do desenvolvimento do PCK: enquanto o primeiro o enxerga como uma transformação de conhecimentos, o segundo o percebe como uma integração.

Assim, discutiremos as principais ideias de cada modelo, apresentando, principalmente, a natureza e a concepção de PCK embutidas em cada um deles. Apresentamos também algumas críticas dirigidas a esses modelos na literatura.

3.1 MODELO DE MAGNUSSON, KRAJCIK E BORKO (1999)

Para Magnusson, Krajcik e Borko (1999), o PCK inclui os conhecimentos particulares de tópicos, problemas, como os métodos de ensino podem ser organizados, representados e adaptados para diversos interesses de aprendizagens e, por fim, como são apresentados para a instrução. Eles argumentam que o PCK é construído através do processo de planejamento, reflexão e ensino de conteúdos (temas), representando o domínio próprio do professor, ou seja, sua forma especial de entendimento profissional.

Para eles, o entendimento do PCK e sua influência na prática docente são necessários para o ensino de Ciências e para a formação de professores de

Ciências. Eles se aproximam da definição de Shulman (1986; 1987), quando argumentam que o PCK é entendido como a transformação de vários conhecimentos para ensinar. Essa ideia é exposta no modelo proposto, como pode ser visto na figura 3.

Conforme destaca Fernandez (2015), o modelo de Magnusson, Krajcik e Borko (1999) seguiu a proposta já idealizada por Grossman (1990), incluindo o conhecimento da avaliação como novo componente do PCK, conforme pode ser visto na figura 3.

Figura 3: O modelo de PCK de Magnusson, Krajcik e Borko (1999)



Fonte: Magnusson, Krajcik e Borko (1999), p.98 - traduzido por Fernandez (2015).

Para os autores, o PCK inclui uma série de *Orientações para o ensino*, as quais são responsáveis por moldar a construção dos conhecimentos que fazem parte do processo de transformação do ensino. No quadro 2, fazemos uma síntese da explicação destes quatro componentes do PCK dos autores.

Quadro 2: Conhecimentos que compõem o PCK de Magnusson, Krajcik e Borko (1999)

COMPONENTE	DESCRIÇÃO
CONHECIMENTO DO CURRÍCULO DE CIÊNCIAS	Este componente consiste em duas categorias (currículo específico de Ciências e objetivos e metas das Ciências). Inclui os conhecimentos dos professores sobre metas e objetivos dos alunos nos conteúdos lecionados e de programas e materiais que são relevantes para ensinar um domínio específico da Ciência.
CONHECIMENTO DA COMPREENSÃO DOS ALUNOS SOBRE CIÊNCIAS	Este componente consiste em duas categorias (requisitos para a aprendizagem e área de dificuldade dos estudantes). Inclui os conhecimentos que os professores devem possuir sobre os estudantes, em especial, como ajudá-los a desenvolver conhecimentos em conteúdos específicos da Ciência e de tópicos que os estudantes apresentam dificuldades para aprender.
CONHECIMENTO DA AVALIAÇÃO NO ENSINO DE CIÊNCIAS	Este componente consiste em duas categorias (dimensões da aprendizagem em Ciências a ser avaliada e métodos de avaliação da aprendizagem no ensino de Ciências). Inclui os conhecimentos da aprendizagem dos alunos que são importantes avaliar dentro de uma unidade de estudo e também caminhos para avaliar aspectos da aprendizagem dos estudantes relacionadas aos tópicos particulares da unidade.
CONHECIMENTO DAS ESTRATÉGIAS INSTRUCIONAIS	Este componente consiste em duas categorias (estratégias específicas das Ciências e estratégias para um tema específico das Ciências). Inclui tanto os

	conhecimentos de métodos gerais e esquemas para proporcionar a instrução nas Ciências como de estratégias específicas que usualmente colaboram na compreensão de conceitos específicos.
--	---

Fonte: Magnusson, Krajcik e Borko (1999); tradução nossa.

De um lado, existem alguns distanciamentos entre as propostas de Shulman (1986; 1987) e Magnusson, Krajcik e Borko (1999). Por exemplo, um deles reside sobre o conhecimento do currículo. Para o primeiro, o conhecimento curricular é um domínio da base para o ensino. Já para os segundos, este conhecimento é inserido como componente do PCK do professor de Ciências.

Para Magnusson, Krajcik e Borko (1999), o conhecimento curricular deve ser um componente específico do PCK, pois ele possibilita diferenciar o especialista do pedagogo.

Do outro lado, uma aproximação entre as propostas reside na tentativa, mesmo que ainda bastante embrionária, da elaboração de um modelo de desenvolvimento do PCK.

Shulman (1987) idealiza essa possibilidade, embora não deixe claro, como argumentam Marcon, Graça e Nascimento (2011), quando elabora o modelo de processo de raciocínio e ação pedagógica. Os autores relatam que Shulman não explicitou as relações entre o modelo e o desenvolvimento do PCK, mesmo que sua proposta deixe transparecer, segundo os pesquisadores, relações de interdependência entre ambos.

Abaixo, apresentaremos outro modelo de PCK para o ensino de Ciências: a proposta de Park e Oliver (2008).

3.2 MODELO DE PARK E OLIVER (2008)

Para Park e Oliver (2008), o PCK consiste no entendimento de como se dá a ação dos professores quando ajudam grupos de alunos na compreensão de temas específicos, usando múltiplas estratégias de ensino, representações e avaliações, enquanto trabalham inseridos dentro de um ambiente de aprendizagem com limitações contextuais, culturais e sociais.

Para as autoras, o PCK seria a integração de todos os elementos do conhecimento do professor, o que se aproxima de uma visão de formação do PCK por intermédio de um modelo integrativo. Esse entendimento difere-se de Shulman (1986; 1987) e de Magnusson, Krajcik e Borko (1999), que compreendem o PCK como a transformação de diferentes conhecimentos do professor.

Park e Oliver (2008), no seu trabalho – *Revisiting the conceptualisation of Pedagogical Content Knowledge (PCK): PCK as a conceptual Tool to Understand Teachers as Professionals* -, revisam os aspectos conceituais do PCK. Na pesquisa, elas identificam e examinam a relativa importância destes conhecimentos dentro de alguns estudos, detectando componentes que se repetem e fazendo algumas críticas.

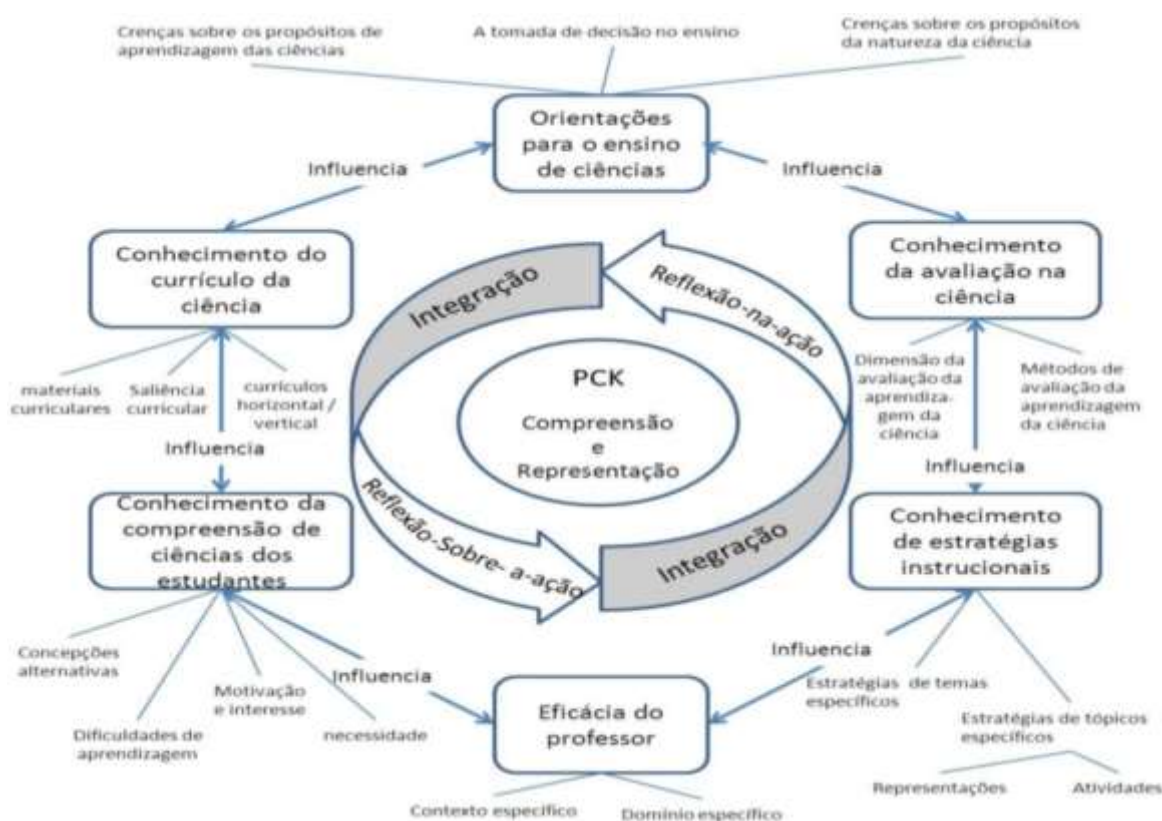
Um das críticas endereçadas ao constructo do PCK de Shulman (1986; 1987) residia na exclusão do componente afetivo na sua proposta. Esta exclusão também é notada na proposta de Magnusson, Krajcik e Borko (1999).

A proposta de Park e Oliver (2008), direcionada para o Ensino de Ciências, mantém os quatro componentes da proposta de Magnusson, Krajcik e Borko (1999), adicionando-lhe mais um componente, a saber: Eficácia do Professor. Como destacam Garritz e Mellado (2014), o novo componente da proposta de Park e Oliver (2008) faz parte do domínio afetivo do professor.

Diferente da proposta de Magnusson, Krajcik e Borko (1999), os seis componentes do modelo de Park e Oliver (2008) são inter-relacionados entre si,

influenciando-os mutuamente no seu desenvolvimento, como pode ser visto na figura.

Figura 4: Modelo Hexagonal de PCK de Park e Oliver (2008)



Fonte: Park e Oliver (2008), p.279 - traduzido por Fernandez (2015).

Como destacam as autoras, o desenvolvimento de um dos componentes do PCK, na proposta apresentada por elas, pode encorajar o desenvolvimento dos outros componentes, por fim, reforçando o PCK de forma global.

Elas destacam, também, que a falta de coerência entre os componentes poderia ser problemática dentro do desenvolvimento de um componente isolado do PCK, não propiciando os estímulos para mudanças nas práticas dos professores e, por consequência, desenvolvimentos dos seus PCK.

Entretanto, quando comparada à proposta de Magnusson, Krajcik e Borko (1999), em Park e Oliver (2008) é notória a preocupação em demonstrar relações entre os componentes do PCK, algo que fica mais restrito na proposta de Magnusson, Krajcik e Borko (1999).

A proposta de Park e Oliver (2008) é composta de seis componentes (modelo hexagonal de PCK), a saber: (a) Orientação para o Ensino; (b) Conhecimento do Currículo de Ciências; (c) Conhecimento da Compreensão dos estudantes em Ciências; (d) Conhecimento e Avaliação da Aprendizagem em Ciências; (e) Conhecimentos das estratégias Instrucionais para o Ensino de Ciências e (f) Eficácia do Professor. No quadro 3 fazemos uma síntese de cada uma delas.

Quadro 3: Componentes do modelo hexagonal de PCK de Park e Oliver (2008)

COMPONENTE	DESCRIÇÃO
ORIENTAÇÃO PARA O ENSINO	Este componente se refere às crenças dos professores sobre as propostas e objetivos para ensinar Ciências em diferentes níveis. É um guia para o PCK, pois orienta as escolhas instrucionais, avaliações e escolha de material didático.
CONHECIMENTO DO CURRÍCULO DE CIÊNCIAS	Ele se refere ao conhecimento dos professores sobre os currículos para o ensino de um tema. Permite ao professor alterar suas atividades, excluindo e (ou) inserindo tópicos que facilitem a aprendizagem dos alunos.
CONHECIMENTO DA COMPREENSÃO DOS ESTUDANTES EM CIÊNCIAS	Refere-se ao conhecimento que os alunos detêm sobre um tópico e suas dificuldades de aprendizagem relacionadas. Inclui conhecimentos das concepções dos estudantes sobre o tema, dificuldades de aprendizagem, motivação, estilos de aprendizagem, interesses, nível de desenvolvimento e necessidades.
CONHECIMENTO E AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM EM CIÊNCIAS	Refere-se ao conhecimento de aspectos da aprendizagem do tema que devem ser avaliados, bem como métodos de avaliação.
CONHECIMENTOS DAS ESTRATÉGIAS	Refere-se a estratégias de temas e de tópicos específicos. Relaciona-se com as abordagens que os

INSTRUCIONAIS PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS	professores usam no ensino de temas ou de tópicos de Ciências.
EFICÁCIA DO PROFESSOR	Refere-se ao componente afetivo do professor. Tem relações com as crenças, convicções e afetividade da profissão.

Fonte: Park e Oliver (2008); tradução nossa.

Dentre as inovações da proposta de Park e Oliver (2008), vale ressaltar o papel que a reflexão assume no modelo. As autoras ressaltam o papel que o PCK manifesta como característica de conhecimento na ação e sobre a ação.

Para as investigadoras, os termos são definidos como conhecimentos desenvolvidos durante o ensino através da reflexão na ação e da reflexão sobre a ação, segundo as concepções de Schön (2009).

No primeiro caso, o conhecimento do PCK, como conhecimento na ação, torna-se saliente a partir de situações nas quais os professores encontram-se desafiados em determinado momento do ensino. Para as autoras, o professor, nesta ocasião, para transformar o momento desafiador em um momento de aprendizado, integra todos os componentes do PCK, acessível naquele momento, aplicando-o como resposta à situação desafiadora.

No segundo momento, o conhecimento do PCK é revelado como conhecimento sobre a ação. É um tipo de conhecimento elaborado e enaltecido através da reflexão sobre a ação. Ele é construído após a finalização da prática de ensino.

Para as autoras, ele permite que os professores enxerguem a necessidade de expansão ou modificação do seu planejamento para o ensino de um tópico particular ou tema, realizando alterações no seu PCK.

Vale destacar, também, o componente afetivo que as autoras trazem para dentro do domínio do PCK, a Eficácia do professor. Ele tem relação com as crenças dos professores sobre a sua capacidade de utilização de métodos

eficazes para objetivos específicos de ensino para situações ou atividades específicas em sala de aula.

As autoras revelam que a noção de Eficácia do Professor mantém relações com o conceito de autoeficácia de Bandura (1986). Conforme descrevem as autoras, para Bandura (1986), a autoeficácia envolve as crenças de que com empenho podemos gerar efeitos almejados para os acontecimentos que vivenciamos. Para tanto, as percepções que temos de si mesmos mediam os comportamentos. Segundo as pesquisadoras, tomando como base a compreensão de Bandura, os indivíduos tendem a evitar situações duvidosas, nas quais suas capacidades são postas em cheque e abraçam, com mais facilidade, situações que se sentem mais preparados.

Contudo, Park e Oliver (2008) chamam a atenção que o estudo desenvolvido por elas não fornece extensas evidências de que a Eficácia do professor afete as práticas de ensino reais. No entanto, as autoras advertem, também, que ela pode facilitar a aquisição e implementação de novas estratégias de ensino, as quais podem promover o desenvolvimento do PCK do professor, aumentando assim ainda mais a sua eficácia.

Por exemplo, no caso Lucy, que foi um dos estudos desenvolvidos pelas investigadoras, as autoras relatam que a professora percebeu que adquiriu um grau elevado de eficácia, no que diz respeito à compreensão dos estudantes de conceitos científicos. Entretanto, ela se sentiu menos eficaz para avaliar seus estudantes sobre os conceitos adquiridos.

No próximo tópico, faremos nossas considerações finais.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nosso trabalho buscou apresentar um apanhado geral do constructo chamado de *Conhecimento pedagógico do conteúdo* por Lee Shulman.

Conforme destaca Kind (2009) e Silva e Martins (2018; 2019), o PCK vem sendo utilizado como fonte para investigações sobre o pensamento de professores, como também para a formulação de currículos de formação inicial e continuada de professores, em nível internacional.

Contudo, como destacam Goes (2014) e Crispim (2016), o PCK segue sendo timidamente utilizado como ferramenta para investigações no Ensino de Ciências, no Brasil. Para Fernandez (2015), esse fato pode ser explicado pela pouca literatura a respeito em língua portuguesa, além do problema das traduções de alguns termos.

Buscamos traçar um breve histórico sobre as ideias de Lee Shulman, contextualizando o processo de construção de seu problema de investigação e sua posterior contribuição na busca de respostas. Trouxemos, também, as definições e algumas problematizações de teóricos sobre o PCK, destacando suas limitações e críticas.

Sobre os modelos de PCK para o ensino de Ciências, apresentamos as propostas de Magnusson, Krajcik e Borko (1999), que segue a proposta original de Shulman, na qual o PCK surge da transformação de conhecimentos da base de ensino.

Outro modelo que apresentamos foi o de Park e Oliver (2008). Diferentemente da proposta de Shulman, as autoras entendem o PCK como a integração de conhecimentos da base de ensino, ou seja, aproximam-se do modelo integrativo de formação do PCK.

Na nossa compreensão, os modelos de Magnusson, Krajcik e Borko (1999) e de Park e Oliver (2008) avançam em alguns pontos que eram alvos de críticas ao constructo de PCK de Shulman (1986; 1987), como apresentado no nosso trabalho. Contudo, nessas duas propostas existem pontos que merecem um olhar mais cauteloso.

Por exemplo, Magnusson, Krajcik e Borko (1999) não se preocupam em descrever a natureza do PCK nem como se dão as relações entre os conhecimentos que compõem o próprio PCK. Os pesquisadores também não avançam na questão da inserção de fatores não cognitivos e suas relações com o desenvolvimento do PCK, o que foi alvo de críticas às primeiras definições de Shulman.

Park e Oliver (2008), com base em duas décadas de discussões sobre o PCK, inicialmente, tentam suprir algumas carências e críticas da literatura ao constructo. Dessa forma, no seu modelo hexagonal (figura 4), as autoras apresentam, dentro do PCK, conhecimentos interligados entre si, suprimindo uma parte das críticas. Contudo, vale ressaltar a controversa tentativa de inserção de fatores não cognitivos no modelo. A partir do conceito de eficácia do professor, as investigadoras tentam preencher a lacuna, conforme destacamos no nosso ensaio.

Com base nele, elas relacionam os conhecimentos que os professores necessitam possuir acerca do domínio e contexto específicos que estão inseridos. Apresentando, por exemplo, o caso de Lucy, as pesquisadoras relatam que, geralmente, os professores tendem a repetir práticas exitosas, ou seja, que resultam em um alto grau de eficácia na sua aplicação, geralmente atreladas aos bons resultados dos seus discentes.

No nosso trabalho, compreendemos que os fatores não cognitivos são mais abrangentes, relacionando-se não somente à sensação exitosa de boas práticas. Dessa forma, entendemos que o conceito de eficácia do professor pode causar alguns ruídos para a proposta de modelo hexagonal de PCK das autoras.

Em trabalhos posteriores, como, por exemplo, em Park e Chen (2012), o conceito de eficácia do professor é retirado como componente do modelo de PCK. O modelo foi rebatizado como *modelo pentagonal*. Contudo, não são

esclarecidas as razões para esta exclusão, afirmando-se, somente, que o novo modelo se enquadra mais satisfatoriamente nos objetivos de suas investigações.

Por um lado, acreditamos que o PCK pode ser constructo teórico capaz de fornecer subsídios para a investigação de aspectos relativos ao pensamento do professor, como também elementos para a reformulação de currículos de formação inicial e continuada de professores de Ciências. Por outro lado, embora seja internacionalmente conhecido e utilizado em pesquisas na área de Ensino de Ciências, fora do Brasil, entre nós ele ainda mereceria mais atenção. Assim, acreditamos que os cursos de formação de professores necessitam abrir espaços para discussões relacionadas às potencialidades do PCK na pesquisa e no ensino de Ciências. Por fim, esperamos que o nosso breve apanhado suscite um maior interesse sobre a temática na comunidade brasileira de pesquisadores em Ensino de Ciências.

REFERÊNCIAS

BANDURA, A. *Social foundations of thought and action: a social cognitive theory*. Prentice-Hall, Inc, 1986.

CRISPIM, C. V. *O conhecimento pedagógico do conteúdo de licenciando em Química: uma experiência baseada na produção de sequências didáticas*. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências) - Universidade Estadual de Santa Cruz, 2016.

ELIAS, P. G. *Indícios do conhecimento pedagógico do conteúdo de licenciandos em química durante o estágio supervisionado*. Dissertação (Mestrado em Ensino de Química) - Ensino de Ciências (Física, Química e Biologia) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

FERNANDEZ, C. Revisitando a base de conhecimentos e o conhecimento pedagógico do conteúdo (PCK) de professores de Ciências. *Revista Ensaio*, v. 17, n. 2, p. 500-528, 2015.

GARRITZ, A.; MELLADO, V. El conocimiento didáctico Del contenido y la afectividad. In: GARRITZ, A; LORENZO, G (Eds.). *Conocimiento Didáctico Del Contenido. Una perspectiva Iberoamericana*, Saarbrücken, Alemania: Editorial Academia Española, 2014, p. 229-264.

GIROTTI JUNIOR, G. *De licenciando a professor de química: um olhar sobre o desenvolvimento do conhecimento pedagógico do conteúdo*. Dissertação (Mestrado em Ensino de Química) - Ensino de Ciências (Física, Química e Biologia) - Universidade de São Paulo, São Paulo.

GOES, L. F. *Conhecimento pedagógico do conteúdo: estado da arte no campo da educação e no ensino de química*. Dissertação (Mestrado em Ensino de Química) - Ensino de Ciências (Física, Química e Biologia) - Universidade de São Paulo, São Paulo.

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

LEDERMAN, N. G. Nature of Science: past, present and future. In: Abell, S.K (Org); Lederman, N.G (Org). *Handbook of research of Science Education*. Mahwah: Lawrence Erlbaum Associates, p.881-880, 2007.

MAGNUSSON, S.; KRAJCIK, J.; BORKO, H. Nature, sources, and development of pedagogical content knowledge for science teaching. In: *Examining pedagogical content knowledge*. Springer Netherlands, 1999. p. 95-132.

MARCON, D.; GRAÇA, A. B. S.; NASCIMENTO, J. V. Busca de paralelismo entre conhecimento pedagógico do conteúdo e processo de raciocínio e ação pedagógica. *Educação em Revista*, v. 27, n. 1, p. 261-294, 2011.

MOREIRA, W. A. *Desenvolvimento do conhecimento pedagógico do conteúdo para argumentação (PCKarg) de um professor de química recém formado*. Tese (Doutorado em Ensino de Química) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.

PARK, S.; OLIVER, S. Revisiting the conceptualization of pedagogical content knowledge (PCK): PCK as a conceptual tool to understand teachers as professionals. *Research in Science Education*, New York, v. 38, p. 261-284, 2008.

PARK, S; CHEN, Y. Mapping out the integration of the components of pedagogical content knowledge (PCK): Examples from high school biology classrooms. *Journal of Research in Science Teaching*, v. 49, n. 7, p. 922-941, 2012.

SCHÖN, D. A. *Educando o profissional reflexivo: um novo design para o ensino e a aprendizagem*. São Paulo: Art Med Editora, 2009.

SHULMAN, L. PCK: Its genesis and exodus. In: BERRY, A; FRIEDRICHSEN, P; LOUGHRAN, J (Ed.). *Re-examining pedagogical content knowledge in science education*. Routledge, p. 3-13, 2015.

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

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

SILVA, B. V. C. Uma proposta para avaliação do desenvolvimento do conhecimento pedagógico do conteúdo de futuros professores de Física acerca da temática Natureza da Ciência. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 35, n. 2, p. 389-413, 2018.

_____. *O desenvolvimento do conhecimento pedagógico do conteúdo referente à temática Natureza da Ciência na formação inicial de professores de Física*. Tese. (Doutorado em Ensino de Ciências e Matemática), Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2018.

SILVA, B. V. C.; MARTINS, A. F. P. O conhecimento pedagógico do conteúdo referente ao tema Natureza da Ciência na formação inicial de professores de Física. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 36, n. 3, p. 735-768, 2019.

TESTONI, L. A. *Caminhos criativos e elaboração de conhecimentos pedagógicos de conteúdo na formação inicial do professor de física*. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.