

O acesso ao Conhecimento Pedagógico do Conteúdo no ensino de Ciências e Matemática: levantamento de vinte e seis anos de pesquisa

Capturing Pedagogical Content Knowledge of science and mathematics education: twenty six years of research

Luciane Fernandes de Goes

Programa de Pós Graduação Interunidades em Ensino de Ciências da Universidade
de São Paulo, São Paulo-SP, Brasil
luciane.goes@usp.br

Carmen Fernandez

Programa de Pós Graduação Interunidades em Ensino de Ciências da Universidade
de São Paulo, São Paulo-SP, Brasil
carmen@iq.usp.br

Resumo

Este estudo apresenta um mapeamento sobre as metodologias utilizadas para acessar o Conhecimento Pedagógico do Conteúdo (PCK), tomando por base as publicações do banco de dados ERIC, no período de 1986, quando o conceito foi nomeado por Shulman pela primeira vez, a 2012. Foram encontrados 2530 trabalhos relacionados ao PCK nas mais diversas áreas de conhecimento que foram categorizados como empíricos ou teóricos. Uma segunda categorização foi realizada com os trabalhos empíricos conforme a área do conhecimento, com destaque para o ensino de Ciências e Matemática. Os 941 trabalhos encontrados foram reclassificados em nove categorias baseadas nas metodologias descritas. Os resultados mostram que a maior parte dos pesquisadores utiliza mais de um instrumento, valendo-se principalmente de intervenções em cursos específicos. Observou-se ainda um crescente aumento de metodologias específicas para a coleta de dados de acesso ao PCK.

Palavras chave: conhecimento pedagógico do conteúdo, acesso ao PCK, ensino de ciências, ensino de matemática.

Abstract

This study presents a mapping of research on the methodologies used to access the Pedagogical Content Knowledge (PCK). It was based on the publications of the ERIC database from 1986, when the concept was first named by Shulman, till 2012. There were found 2530 papers related to PCK in several areas of knowledge. These one were categorized into empirical and theoretical. A second categorization was done only with the empirical category, with emphasis on Science and Mathematics teaching. It was found 941 different studies which were classified into nine categories based on the methodologies that were used by investigators for the PCK capture. Results show that most researchers use more than one

instrument, and the mainly one is interventions in specific courses. There was also an increasing in the number of specific methodologies for collecting data of PCK capture.

Key words: pedagogical content knowledge, PCK capture, science education, math education.

O acesso ao Conhecimento Pedagógico do Conteúdo no ensino de Ciências e Matemática: levantamento de vinte e seis anos de pesquisa

Introdução

No atual cenário educacional, o conhecimento dos professores tem recebido cada vez mais importância. A formação do professor é objeto de estudo de diversas pesquisas, nas quais se discutem sobre quais seriam as características necessárias que um professor deve apresentar e quais são os conhecimentos essenciais para ser um “bom professor”.

Nesse contexto, existem várias propostas sobre o conhecimento dos professores. Dentre estas, o conceito de “conhecimento pedagógico do conteúdo” (PCK - *Pedagogical Content Knowledge*) proposto inicialmente por Shulman (1986), tem se destacado como um conhecimento base indispensável e é considerado um dos pilares do conhecimento dos professores (ROLLNICK et al., 2008).

Desde então, estudos do PCK têm sido desenvolvidos cada vez mais, principalmente no que se refere ao ensino de Ciências. Várias metodologias são utilizadas com a intenção de investigar, documentar e retratar o PCK dos professores. Alguns métodos utilizam entrevistas, observação de aulas, análise de discussão em grupo, questionários, testes de múltipla escolha, mapas conceituais e registros audiovisuais.

Dentro desse contexto, este estudo objetivou a realização de uma ampla revisão da literatura a respeito dos estudos que envolvem conhecimento pedagógico do conteúdo, visando um mapeamento das principais metodologias e instrumentos de acesso ao PCK que estão sendo propostos, ao longo dos últimos vinte e seis anos. Para isso, efetuou-se um mapeamento das pesquisas sobre as metodologias utilizadas para acessar o PCK em Ensino de Ciências (Biologia, Física e Química) e Matemática no período de 1986 a 2012, tomando por base as publicações disponíveis no banco de dados ERIC (*Education Resources Information Center*).

Metodologia

Para a procura por trabalhos que abordam o conceito de PCK utilizou-se o banco de dados ERIC. A escolha de um banco de dados internacional frente a um nacional é devido ao fato de que os estudos sobre o conhecimento pedagógico do conteúdo já fazem parte do cenário das pesquisas internacionais há alguns anos, enquanto que, por outro lado, ainda estão em busca de espaço nas discussões nacionais. A busca foi realizada com a palavra chave: *pedagogical content knowledge (conhecimento pedagógico do conteúdo)*. De posse da literatura selecionada, realizou-se uma categorização destes trabalhos a partir de uma análise de seus resumos.

Normalmente, os resumos apresentados no banco de dados contêm: o objetivo principal de investigação; a metodologia e o procedimento utilizado na abordagem do problema proposto;

o referencial teórico, técnicas, sujeitos e métodos de tratamento dos dados; os resultados; as conclusões e, por vezes, as recomendações finais. Sendo assim, é possível uma sistematização em diversas categorias a partir da leitura e análise destes.

Primeiramente, diferenciaram-se os trabalhos de caráter empírico dos de caráter teórico. Para aqueles classificados como trabalhos empíricos, categorizou-se em diferentes áreas do conhecimento de acordo com o objetivo principal de investigação e/ou dos sujeitos da pesquisa. Entre as categorias utilizadas pode-se citar: ensino de Ciências (Química, Física e Biologia), ensino de Matemática, ensino de Inglês, ensino de História, ensino de Geografia, estudos envolvendo o uso de tecnologias, música, dança, religião, entre outros.

Em seguida, separaram-se os artigos das áreas de ensino de Ciências (Química, Física e Biologia) e ensino de Matemática, com o intuito de investigar acerca da(s) metodologia(s) utilizada(s) pelos autores para acessar o PCK. Optou-se por incluir a área de ensino de Matemática devido à constatação de um grande número de pesquisas sobre PCK nessa área. Esta sistematização foi feita tanto pela análise dos resumos quanto dos trabalhos na íntegra, quando necessário. Exceção feita a alguns trabalhos nos quais a metodologia utilizada não constava no resumo e não foi possível ter acesso ao trabalho completo.

Resultados e discussão

No levantamento realizado, foram encontrados 2350 trabalhos distribuídos ao longo dos anos 1986 e 2012. A respeito dos trabalhos empíricos (total de 1930 trabalhos), buscou-se categorizar e quantificar as áreas de foco de pesquisa (Figura 1).

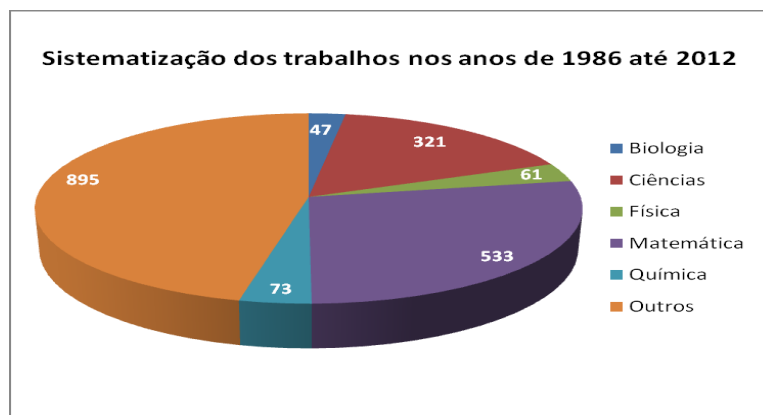


Figura 1. Classificação dos trabalhos publicados referentes ao Conhecimento Pedagógico do Conteúdo (PCK) entre 1986 e 2012 nas diferentes áreas específicas.

Vale ressaltar que, apesar de Química, Física e Biologia também serem classificadas em ensino de Ciências, optou-se por criar quatro categorias distintas (Ciências, Biologia, Química e Física), pois, na maioria dos resumos, não era evidente a qual área a pesquisa estava destinada, sendo que, muitas vezes, o resumo apenas tratava de modo geral:

Este estudo relata um processo de desenvolvimento profissional com objetivo de ajudar professores de ciências (...) (LEE, 2011)

Na sistematização realizada foram encontrados 1035 trabalhos relacionados ao ensino de Ciências, Química, Física, Biologia e Matemática, entretanto, esse número cai para 941 trabalhos distintos, pois um mesmo trabalho pode pertencer a duas ou mais áreas simultaneamente. Este é o caso do trabalho de Kind (2009), que pertence tanto a área de química, quanto física e biologia:

Os estagiários tem um conhecimento de ciências especializado em química, física ou biologia (...)

Sendo assim, de modo a determinar as formas de acesso ao PCK, investigaram-se as metodologias empregadas e, com isso, foram criadas nove categorias distintas. Essas categorias emergiram das análises dos trabalhos e estão descritas na Tabela 1. Não foi possível identificar a metodologia de 19% dos trabalhos, sendo estes incluídos em *Sem metodologia especificada*.

Categorias (Qtd)	Descrição (Qtd)
Formação (215)	Cursos (111)
	Programas (79)
	Oficinas (26)
Entrevistas (189)	Entrevistas gerais (158)
	Entrevistas Semi estruturadas (29)
	Entrevistas Estruturadas (2)
Investigações (181)	Questionários (132)
	Pré e pós testes (27)
	Provas (21)
	Testes de múltipla escolha (8)
Observações (148)	Observações Participantes (95)
	Videograções (53)
	Vinhetas (6)
	Notas de campo (9)
Estudo do tipo (89)	Estudo de Caso (47)
	Discussões (28)
	Grupos Focais (18)
Análise de Atividades (77)	Atividades gerais (34)
	Aulas práticas (12)
	Lição de classe (11)
	Trabalhos Escritos (10)
	Intervenções (9)
	Lições de casa (2)
Análise de Documentos (60)	Planos de aulas (32)
	Documentos em gerais (30)
Específico (56)	Outras Metodologias (40)
	Mapas Conceituais (9)
	CoRe (6)
	PaP-eRs (5)
Sem metodologia especificada (178)	

Tabela 1. Categorias de formas de acesso ao PCK.

Considerando a grande variedade metodológica encontrada nos trabalhos, neste artigo priorizou-se a discussão das três primeiras categorias (Formação, Entrevistas e Investigações), sendo estas as mais evidentes, de acordo com a Figura 2.

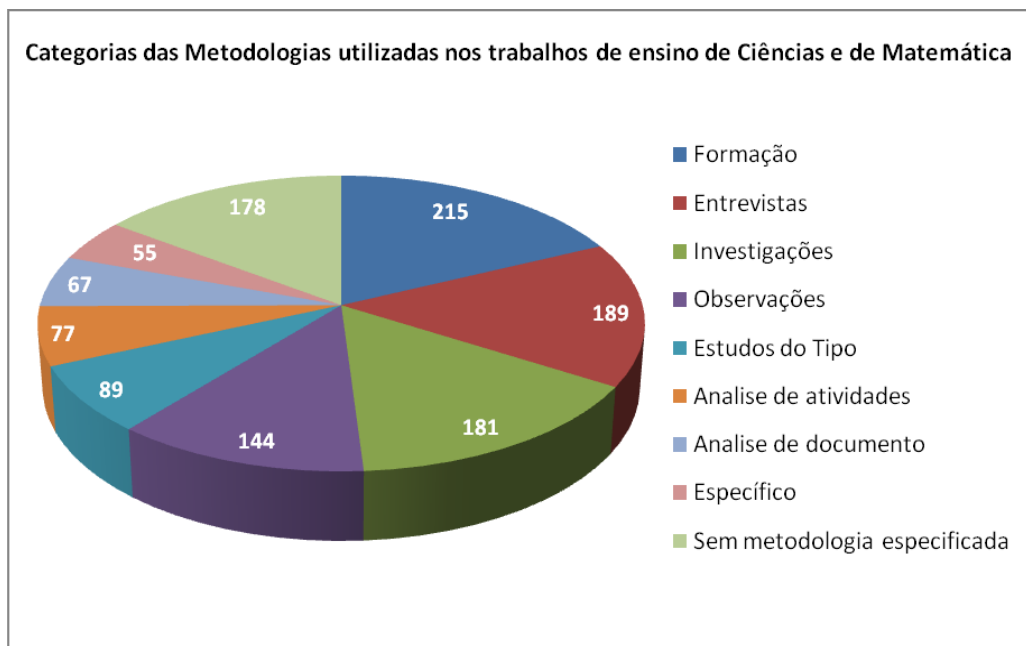


Figura 2. Categorias criadas para as diferentes metodologias adotadas nos trabalhos publicados entre 1986 e 2012 de Ensino de Ciências e de Matemática.

Vale ressaltar que a grande parte dos trabalhos analisados utiliza mais de um instrumento como forma de acesso ao PCK como, por exemplo, o trabalho de Clarck e Groves (2012):

Os dados coletados incluem gravações de vídeo das aulas de ciências, entrevistas com cada professor e de alguns de seus alunos, o trabalho dos estudantes, documentos de planejamento dos professores e as notas de observação.

A primeira categoria mais evidente é *Formação*. Nessa categoria encontram-se estudos que optam por desenvolver algum programa ou curso para conseguir acessar o conhecimento dos professores. Como é o caso dos trabalhos de Smith e Neale (1989) e Friedrich et al.(2012), respectivamente:

Durante um programa de verão (...) o conhecimento do conteúdo e de crenças de 10 professores foram analisados.

(...) dados coletados do programa "*Increasing the Efficiency of Mathematics and Science instruction*" (...)

Dentro dessa categoria, mais da metade dos pesquisadores desenvolvem cursos específicos. A diferença entre curso e programa é a duração, sendo que normalmente os cursos têm curta duração quando comparados à maior duração dos programas:

Um curso de verão de duas semanas foi fornecido para 50 professores de ciências do ensino médio. (Crippen et al., 2010)

(...) dezesseis professores participaram durante um ano de programa. (Eylon et al., 2008)

A segunda categoria mais evidente é *Entrevista*, que podem ser tanto entrevistas estruturadas quanto semi estruturadas:

As fontes de dados incluíram observações em sala de aula, entrevistas semi-estruturadas (...) (PARK e CHEN, 2012)

Quando o tipo de entrevista não estava especificado, o trabalho foi classificado na subcategoria *Entrevistas Gerais*, como o estudo de De Jong e Van Driel (2004):

Os dados da pesquisa foram obtidos através de entrevistas com os futuros professores individualmente (...)

A maior parte dos pesquisadores não especifica qual é o tipo de entrevista realizada. Apenas 16% dos trabalhos que utilizam essa metodologia especificaram o tipo, sendo que a preferência se dá pela utilização de entrevistas semi estruturadas (15%) ao invés de entrevistas estruturadas (1%)

A terceira categoria, *Investigação*, apresenta ferramentas do tipo questionários e provas em geral, como representado nos trabalhos de Corlu et al. (2011) e Lee et al. (2008), respectivamente:

O estudo empregou uma análise quantitativa de pré e pós-teste (...)

Neste estudo, foi utilizado um questionário de final de ano como uma fonte de dados primários (...)

Essa categoria foi subdividida em quatro subcategorias, descritas abaixo, sendo que dentro dessa categoria observa-se que a preferência se dá pela utilização de questionários (73%)

Questionários: série de questões que abrangem um determinado tema, específico ou não. Existem dois tipos de questões: as questões de resposta aberta e as de resposta fechada. As questões de resposta aberta permitem ao inquirido construir a resposta com as suas próprias palavras. As questões de resposta fechada são aquelas nas quais o inquirido apenas seleciona uma opção.

Pré e pós-testes: questionários que são realizados antes de uma intervenção (pré-teste) e depois da intervenção (pós-teste).

Provas: série de questões que abrangem um conteúdo específico.

Teste de múltipla escolha: série de questões que apresentam apenas respostas fechadas.

Apesar de ser menos evidente, vale chamar a atenção também para a categoria *Específico*. Nesta categoria encontram-se ferramentas que estão ligadas mais diretamente com o acesso ao PCK. Observa-se que pesquisadores têm desenvolvido suas próprias metodologias para acessar e documentar o PCK. Este é o caso específico das ferramentas: Representação do Conteúdo (CoRe) e Repertório de Experiência Pedagógica e Profissional (PaP-eR) (LOUGHRAN et al., 2006).

Ferramentas específicas foram desenvolvidas para acessar o PCK dos professores (COHEN e YARDEN, 2009)

O documento é baseado em um estudo longitudinal de dois anos que utilizou CoRes e PaP-eRS (...)” (BERTRAM e LOUGHRAN, 2012)

Essas duas metodologias não são meros modos de coletar dados, elas também permitem o desenvolvimento do PCK dos professores. Com o seu uso, busca-se estimular a reflexão do professor e analisar de que maneira ele pode reverter possíveis aspectos negativos de sua aula pela reflexão sobre a própria prática. Essas ferramentas, quando bem utilizadas, modificam o sujeito de pesquisa, tendo como um produto a melhoria do PCK do professor.

Considerações Finais

Desde a proposição do PCK até os dias atuais foram encontrados mais de dois mil trabalhos que envolvem, de alguma forma, esse conhecimento em suas pesquisas. Neste estudo foram analisados 941 trabalhos empíricos referentes ao ensino de Ciências e Matemática, em específico investigando sobre a metodologia utilizada para o acesso ao PCK.

Observou-se uma atenção considerável por parte dos pesquisadores em relação ao ensino de Matemática. A quantidade de pesquisas que envolvem o PCK com a área de ensino de Matemática é superior à soma da quantidade de pesquisas que envolvem esse conhecimento com o ensino de Ciências, tanto de Química, Física e Biologia. Nesse sentido, aponta-se a necessidade de se realizar mais pesquisas que abordem o ensino de Ciências.

Em relação às metodologias utilizadas para acessar e documentar o PCK dos professores nota-se que grande parte dos trabalhos apropria-se de duas ou mais ferramentas para a coleta de dados. De acordo com a análise realizada, constatou-se uma preferência pelo desenvolvimento de cursos específicos, sendo que as entrevistas, de forma geral, são a segunda ferramenta mais utilizada pelos pesquisadores. Além disso, as ferramentas utilizadas na categoria investigação (provas e questionários), também correspondem uma opção privilegiada para acessar o conhecimento de professores em geral.

Uma questão importante a se considerar é que, tendo em vista a totalidade de estudos e pesquisas sobre o PCK, vários pesquisadores desenvolvem metodologias próprias de acesso e registro do PCK, como, por exemplo, o uso de CoRe e PaP-eRs. Essas duas ferramentas juntas são utilizadas tanto como uma forma de acesso e registro do PCK como uma metodologia para o desenvolvimento do PCK dos professores. O seu uso permite o aumento da reflexão por parte dos sujeitos de pesquisa e facilita uma aprendizagem a partir de suas próprias experiências.

Dessa forma, a apresentação das principais tendências metodológicas utilizadas nos trabalhos publicados na área do conhecimento de professores, considerando o período de 1986 a 2012, vem contribuir com futuras discussões acerca do aprimoramento e construções de novas metodologias.

Referências

Bertram, A.; Loughran, J. Science teachers' views on cores and papers as a framework for articulating and developing pedagogical content knowledge. *Research in Science Education*, v.42, n.6, p.1027-1047, 2012.

Clark, J. C.; Groves, S. Teaching primary science: Emotions, identity and the use of practical activities. *Australian Educational Researcher*, v.39, n.4, p.463-475, 2012

Cohen, R., Yarden, A. Experienced junior-high-school teachers' pck in light of a curriculum change: "The cell is to be studied longitudinally". *Research in Science Education*, v.39, n.1, p.131-155, 2009.

Corlu, M. S., Capraro, R. M.; Corlu, M. A. Developing computational fluency with the help of science: A Turkish middle and high school grades study. *Turkish Online Journal of Educational Technology - TOJET*, v.10, n.2, p.72-81, 2011.

Crippen K.J., Biesinger K.D., Ebert E.K. Using Professional Development to Achieve Classroom Reform and Science Proficiency: An Urban Success Story from Southern Nevada, USA. *Professional Development in Education*, v.36, n.4, p.637-661, 2010.

De Jong, O., Van Driel, J. Exploring the development of student teachers' pck of the multiple meanings of chemistry topics. *International Journal of Science and Mathematics Education*, v.2, n.4, p. 477-491, 2004.

Eylon B-S, Berger H, Bagno E. An Evidence-Based Continuous Professional Development Programme on Knowledge Integration in Physics: A Study of Teachers' Collective Discourse. *International Journal of Science Education*, v.30, n.5, p.619-41, 2008.

Friedrich, A., Ostermeier, C., Diercks, U., Krebs, I.; Stadler, M. The team portfolio: A support and evaluation tool? Findings from a teacher professional development programme in germany. *Professional Development in Education*, v.38, n.3, p.377-394, 2012.

Kind V,. A Conflict in Your Head: An Exploration of Trainee Science Teachers' Subject Matter Knowledge Development and Its Impact on Teacher Self-Confidence. *International Journal of Science Education*, v.31, n.11, p.1529-62, 2009.

Loughran, J.; Berry, A.; Mulhall, P. *Understanding and developing science teachers' pedagogical content knowledge*. Netherlands: Sense Publishers, 2006.

Lee Y-C, Enhancing Pedagogical Content Knowledge in a Collaborative School-Based Professional Development Program for Inquiry-Based Science Teaching, *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, v.12, n.2, 2011.

Lee, O., Adamson, K., Maerten-Rivera, J., Lewis, S., Thornton, C.; Leroy, K. Teachers' perspectives on a professional development intervention to improve science instruction among english language learners. *Journal of Science Teacher Education*, v.19, n.1, p.41-67, 2008.

Park, S., Chen, Y.-C. 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.

Rollnick, M.; Bennett, J.; Rhemtula, M.; Dharsey, N.; Ndlovu, T. The Place of Subject Matter Knowledge in Pedagogical Content Knowledge: A case study of South African teachers teaching the amount of substance and chemical equilibrium. *International Journal of Science Education*. v.30, n.10, p.1365-1387, 2008.

Shulman, L. Those who understand: knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, v.15, n.1, p. 4-14, 1986.

Smith, D. C.; Neale, D. C. The construction of subject matter knowledge in primary science teaching. *Teaching and Teacher Education*, v.5, n.1, p. 1-20, 1989.