Universidade de São Paulo

Instituto de Física
Instituto de Química
Instituto de Biociências
Faculdade de Educação

Luciane Fernandes de Goes

**CONHECIMENTO PEDAGÓGICO DO CONTEÚDO:
ESTADO DA ARTE NO CAMPO DA EDUCAÇÃO E
NO ENSINO DE QUÍMICA**

São Paulo

2014

Luciane Fernandes de Goes

**Conhecimento Pedagógico do
Conteúdo: Estado da Arte no campo da
Educação e no Ensino de Química**

Dissertação de mestrado apresentada ao Instituto de Física, ao Instituto de Química, ao Instituto de Biociências e à Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências.

Área de concentração: Ensino de Química.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Carmen Fernandez

São Paulo

2014

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

FICHA CATALOGRÁFICA
Preparada pelo Serviço de Biblioteca e Informação
do Instituto de Física da Universidade de São Paulo

Goes, Luciane Fernandes de

Conhecimento pedagógico do conteúdo: Estado da Arte no Campo da Educação e no Ensino de Química. São Paulo, 2014.

Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo.
Faculdade de Educação, Instituto de Física, Instituto de Química e Instituto de Biociências.

Orientador: Profa. Dra. Carmen Fernandez

Área de Concentração: Química

Unitermos: 1. Química (Estudo e ensino); 2. Conhecimento; 3. Formação de professores.

USP/IF/SBI-034/2014

Nome: GOES, Luciane Fernandes de

Título: **Conhecimento Pedagógico do Conteúdo: Estado da Arte no Campo da Educação e no Ensino de Química.**

Dissertação de mestrado apresentada ao Instituto de Física, ao Instituto de Química, ao Instituto de Biociências e à Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências.

Aprovado em: 25 de junho de 2014

Banca Examinadora

Prof. Dr. _____ Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____ Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____ Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

*Aos meus pais,
Evaristo e Vera Milena.*

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Evaristo e Vera Milena, alicerces da minha vida. Agradeço pelos primeiros ensinamentos, por acreditarem no meu sucesso, por entenderem meus momentos de nervosismo, por compreenderem a minha ausência devido aos estudos e por sempre me incentivarem com um amor incondicional. Não há palavras para expressar minha eterna gratidão.

Ao meu irmão, Nenê (Evaristo), que mesmo não entendendo porque de tantas horas de estudo, sempre respeitou minhas escolhas.

Ao meu eterno amigo Slash, por cada instante que esteve presente em meio aos meus estudos; a cada lambida, mesmo quando não merecida e até as mordidas muitas vezes merecidas. Obrigada por me ensinar um pouco mais da vida.

Aos meus familiares, Tia Sueli, Alexandre, Vanessa, Murilo e ao pequeno Luiz Felipe, por todo carinho proporcionado ao longo desses anos.

Ao Enderson por não ter poupado esforços em tentar me ajudar quando surgiram dificuldades que pareciam insuperáveis. Por ser compreensível em virtude de tantos trabalhos. Por me dar a certeza de que nunca estaria sozinha.

À minha amiga Rachel Neiman por sempre estar ao meu lado, por saber que posso contar com ela a todo e qualquer instante.

À Leila, amiga conquistada no mestrado, companheira em todos os momentos. Apesar da distância, sempre se mostrou disposta a me ajudar e a comemorar comigo as minhas conquistas.

Aos companheiros do Grupo Pequim, pelos nossos momentos de estudos e reflexões, em especial a Keysy, a Janaína e ao Robson pela convivência diária.

Ao Evandro, por ser sempre tão solícito e paciente, pois eu o incomodei diversas vezes. Agradeço todas as discussões que de alguma forma contribuíram não somente para essa dissertação como para outros trabalhos.

À Vânia, pela motivação diária e por não deixar, nem mesmo por um segundo, eu pensar que eu não fosse capaz.

À Iara, pelas nossas conversas, pelos seus grandes conselhos e pelo incentivo para que eu continuasse estudando.

Ao Professor Jorge Megid Neto pelas sugestões e críticas que enriqueceram esta dissertação.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP – processo N° 2012/08004-2), pela concessão da bolsa de mestrado e pelo apoio financeiro para a realização desta pesquisa.

Por fim, um agradecimento final, embora não menos importante, agradeço à minha orientadora, Professora Carmen Fernandez, que desde a graduação me serviu de inspiração para a carreira que escolhi. Agradeço pela competência, disponibilidade, dedicação e atenciosa orientação durante toda a nossa trajetória até aqui. Obrigada por ter confiado no meu trabalho e acreditado no meu potencial.

*"Research begins in wonder
and curiosity but ends in teaching"*

Lee Shulman

RESUMO

GOES, L. F. **Conhecimento Pedagógico do Conteúdo: Estado da Arte no Campo da Educação e no Ensino de Química**. 2014. 155f. Dissertação (Mestrado) apresentada ao Instituto de Física, ao Instituto de Química, ao Instituto de Biociências e à Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.

Esta pesquisa caracteriza-se como estado da arte e traz um mapeamento das pesquisas que foram feitas a respeito do *Conhecimento Pedagógico do Conteúdo* (PCK) no período de 1986 a 2013. O objeto de estudo foi o material escrito (artigos, dissertações, teses, livros e trabalhos publicados em anais de congressos) que envolvem conhecimento pedagógico do conteúdo. Para isso, serviu-se dos bancos de dados ERIC (*Education Resources Information Center*) e SciELO (*Scientific Eletronic Library Online*) e da ferramenta de pesquisa ISI *Web of Knowledge*. Os termos utilizados para a busca foram: *conhecimento pedagógico do conteúdo*, *pedagogical content knowledge* e *conocimiento didáctico del contenido* nos seguintes campos - título, resumo, tema e corpo de texto. Foram encontrados 3329 trabalhos e, em linhas gerais, a quantidade de trabalhos vem crescendo, principalmente a partir de 2001. A maior parte dos trabalhos (85%) apresenta caráter empírico e são publicados na forma de artigos científicos (85%). A área de *Ciências da Natureza e Matemática* predomina em número de trabalhos (61%). Grande parte dos trabalhos apropria-se de duas ou mais ferramentas para a coleta de dados, constatando-se uma preferência pelo uso das entrevistas de forma geral, sendo que os descritores *observações*, *formação de professores*, *análise de documentos e testes e questionários* também merecem destaque. Há uma preferência em investigar o PCK de professores em formação inicial (39%) e do Ensino Fundamental (62%). No Ensino de Química, em específico, também se observou as mesmas tendências. Constatou-se que os Estados Unidos detém majoritariamente a produção acadêmica sobre o PCK. Os dados apontam para a necessidade de mais estudos teóricos sobre o PCK, especialmente na área das ciências e que enfoquem os professores experientes, além de, particularmente, os professores da Educação Infantil e do Ensino Médio. Apesar das lacunas, a quantidade de trabalhos crescente nos leva a crer que o PCK é um modelo frutífero e que tem auxiliado a compreender o conhecimento profissional de professores.

Palavras-chave: conhecimento de professores; conhecimento pedagógico do conteúdo; formação de professores.

ABSTRACT

GOES, L. F. **Pedagogical Content Knowledge: state of the art in the field of education and teaching chemistry.** 2014. 155f. Dissertation (Master in Science Education – Chemical Education) submitted to the Physics Institute, Chemistry Institute, Bioscience Institute and Education Faculty of the University of São Paulo, São Paulo, 2014.

This research is characterized as state of the art and provides a mapping of the studies that have been made on the *Pedagogical Content Knowledge* (PCK) during the period 1986-2013. The object of this study was the comparison and assessment of written material (articles, dissertations, thesis, books, and papers published in conference proceedings) involving PCK. For this purpose, the database ERIC (Education Resources Information Center) and SciELO (Scientific Electronic Library Online) and the ISI Web of Knowledge search tool were used. The terms used for the search were: *conhecimento pedagógico do conteúdo*, *pedagogical content knowledge*, and *conocimiento didactico del contenido* in the following fields - title, abstract, subject, and body text. A total of 3329 items were found and it was noted that, in general, the number of items is increasing with time, especially since 2001. Most studies (85%) present empirical results and are published as scientific articles (85%). The majority of articles are in the area of Natural Sciences and Mathematics (61%). In most cases, two or more tools for data collection are used, and though, in general, there is a preference for the use of interviews and the descriptors: observations, teacher education, analysis of documents and tests and quizzes are also worth highlighting. There is a preference to investigating the PCK of teachers in initial training (39%) and in elementary schools (62%). The same trend is also observed in Chemistry education. Also worth noting is that the United States has largely academic literature on PCK. Our data indicates the need for more theoretical studies on PCK, especially focusing on science education and experienced teachers, particularly kindergarten and high school teachers. Despite the shortcomings, the increasing number of articles leads us to believe that PCK is a fruitful model and that it has helped in the assessment of the professional knowledge of teachers.

Keywords: teachers' knowledge; pedagogical content knowledge; teacher education.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Linha do tempo entre 1986 a 2012 com os principais modelos sobre PCK e os modelos de conhecimentos básicos para a profissão de professor que incluem o PCK (Elaborado pela autora).....	38
Figura 2. Transformando o Conhecimento do Tema (GEDDIS et al., 1993, tradução nossa)	43
Figura 3. Modelo de Raciocínio Pedagógico e Ação (MRPA) proposto por Shulman (1987) e adaptado de Salazar (2005) (tradução nossa)	44
Figura 4. Quadro de Conhecimento de Professores (TAMIR, 1988, tradução nossa).	47
Figura 5. Modelo de Conhecimento de Professores (GROSSMAN, 1990, tradução nossa).	49
Figura 6. Concepções de professores em potencial da base de conhecimentos para o Ensino de Química (KOBALLA et al., 1999, tradução nossa)	53
Figura 7. Modelo de Conhecimentos de Morine-Dershimer e Kent (1999, tradução nossa)	55
Figura 8. Domínios do Conhecimento do Professor (CARLSEN, 1999, tradução nossa) .	56
Figura 9. Conhecimento Pedagógico do Contexto (BARNETT; HODSON, 2001, tradução nossa)	57
Figura 10. Conhecimento profissional de professores (BANKS; LEACH; MOON, 2005, tradução nossa).....	59
Figura 11. Modelo de conhecimentos e crenças de professores (HASHWEH, 2005, tradução nossa).....	61
Figura 12. Modelo proveniente das discussões da Cúpula do PCK (PCK SUMMIT, 2012, tradução nossa).....	62
Figura 13. Estrutura do PCK para o Ensino de Matemática (MARKS, 1990, tradução nossa).	64
Figura 14. Modelo de Desenvolvimento do Conhecimento Pedagógico do Conteúdo em ação (PCKg) como uma estrutura para preparação de professores (COCHRAN et al., 1993, tradução nossa).....	66
Figura 15. Componentes do Conhecimento Pedagógico do Conteúdo genérico de professores parte 1 (FERNANDEZ-BALBOA; STIEHL, 1995, tradução nossa).....	67
Figura 16. Componentes do Conhecimento Pedagógico do Conteúdo genérico de professores parte 2 (FERNANDEZ-BALBOA; STIEHL, 1995, tradução nossa).....	68

Figura 17. Ensino como uma transformação do conhecimento do assunto (GEDDIS; WOOD, 1997, tradução nossa)	69
Figura 18. Componentes do conhecimento pedagógico do conteúdo para o ensino de ciências (MAGNUSSON; KRAJCIK; BORKO, 1999, tradução nossa)	70
Figura 19. Taxonomia Geral do PCK (VEAL; MAKINSTER, 1999, tradução nossa).	73
Figura 20. Modelo adaptado para o PCK (ROLLNICK et al., 2008, tradução nossa)	75
Figura 21. Modelo Hexagonal do Conhecimento Pedagógico do Conteúdo para o ensino de ciências (PARK, OLIVER, 2008, tradução nossa)	77
Figura 22. Modelos de formação do conhecimento de professores (Gess-Newsome, 1999, tradução nossa) * = conhecimento necessário para o ensino em sala de aula	79
Figura 23. Fórmula para pontuação da nacionalidade dos autores (adaptada de HOWARD; COLE; MAXWELL, 1987)	96
Figura 24. Distribuição da produção acadêmica (3329 trabalhos) sobre conhecimento pedagógico do conteúdo durante o período de 1986 a 2013 (Elaborado pela autora)	99
Figura 25. Comparação da distribuição da produção acadêmica sobre conhecimento pedagógico do conteúdo com a produção acadêmica sobre alfabetização científica durante o período de 1986 a 2013 (Elaborado pela autora)	101
Figura 26. Distribuição da produção acadêmica (3329 trabalhos) sobre conhecimento pedagógico do conteúdo, durante o período de 1986 a 2013, em relação à forma de divulgação (Elaborado pela autora)	102
Figura 27. Distribuição das publicações teóricas (508 trabalhos) de 1986 a 2013 contendo a palavra-chave conhecimento pedagógico do conteúdo (Elaborado pela autora)	104
Figura 28. Distribuição da produção acadêmica (2821 trabalhos) sobre conhecimento pedagógico do conteúdo, durante o período de 1986 a 2013, nas diferentes áreas de conhecimento (Elaborado pela autora).....	108
Figura 29. Distribuição em subáreas da produção acadêmica (1716 trabalhos) sobre conhecimento pedagógico do conteúdo, durante o período de 1986 a 2013, contida no descritor <i>Ciências da Natureza e Matemática</i> (Elaborado pela autora)	109
Figura 30. Distribuição em subáreas da produção acadêmica (842 trabalhos) sobre conhecimento pedagógico do conteúdo, durante o período de 1986 a 2013, contida no descritor <i>Ciências Humanas</i> (Elaborado pela autora)	110
Figura 31. Distribuição em subáreas da produção acadêmica (460 trabalhos) sobre conhecimento pedagógico do conteúdo, durante o período de 1986 a 2013, contida no descritor <i>Outras Áreas</i> (Elaborado pela autora).....	111
Figura 32. Modelo do Conhecimento Pedagógico e Tecnológico do Conteúdo proposto por Mishra e Koehler (2009, tradução nossa)	111

Figura 33. Distribuição nos métodos e nas estratégias adotadas dos trabalhos que apresentam a palavra-chave PCK, contidos no descritor <i>Ciências da Natureza e Matemática</i> (1716 trabalhos), publicados entre 1986 e 2013 (Elaborado pela autora)	114
Figura 34. Distribuição dos 1716 trabalhos que apresentam a palavra-chave PCK, publicados entre 1986 e 2013 contidos no descritor <i>Ciências da Natureza e Matemática</i> , de acordo com as descrições da experiência do professor e do nível escolar abrangido (Elaborado pela autora)	122
Figura 35. Distribuição geográfica da produção acadêmica sobre PCK com base nos artigos (1291 trabalhos) pertencentes a <i>Ciências da Natureza e Matemática</i> , por ordem decrescente de autor (Elaborado pela autora).....	127
Figura 36. Distribuição geográfica da produção acadêmica sobre PCK com base nos artigos (1291 trabalhos) pertencentes a <i>Ciências da Natureza e Matemática</i> , considerando o primeiro e último autor (Elaborado pela autora).....	128
Figura 37. Distribuição dos 154 trabalhos sobre conhecimento pedagógico do conteúdo no Ensino de Química, durante o período de 1986 a 2013, em relação à forma de divulgação (Elaborado pela autora)	130
Figura 38. Distribuição nos métodos e nas estratégias adotadas dos 154 trabalhos analisados sobre PCK no Ensino de Química, publicados entre 1986 e 2013 (Elaborado pela autora)	131

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Descritores utilizados na análise da produção acadêmica sobre PCK no período de 1986 a 2013	94
Tabela 2. Atribuição de pontos para cada autor de um artigo de pesquisa	96
Tabela 3. Descrição das áreas de conhecimento dos trabalhos empíricos (2821 estudos) publicados entre 1986 e 2013 nas diferentes subáreas	106
Tabela 4. Distribuição da produção acadêmica (1716 trabalhos) sobre PCK da área de <i>Ciências da Natureza e Matemática</i> entre os diferentes Métodos e Estratégias para o acesso ao PCK.....	113
Tabela 5. Descritores sobre Experiência dos Professores e Quantidade de Trabalhos correspondentes a esses descritores.....	123
Tabela 6. Descritores sobre Nível Escolar e Quantidade de Trabalhos correspondentes a esses descritores	125

Tabela 7. Descritores sobre Experiência dos Professores e Quantidade de Trabalhos correspondentes a esses descritores para o Ensino de Química	132
Tabela 8. Descritores sobre Nível Escolar e Quantidade de Trabalhos correspondentes a esses descritores para o Ensino de Química.....	133
Tabela 9. Definições adotadas nos 154 trabalhos sobre PCK do Ensino de Química.....	134
Tabela 10. Modelos adotados nos 154 trabalhos sobre PCK do Ensino de Química	137

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Principais aspectos mencionados no conceito de PCK pelos grupos de pesquisa participantes da Cúpula do PCK.....	36
Quadro 2. Comparação entre as categorias de conhecimento propostas por Shulman e Sykes com as categorias propostas por Tamir	47
Quadro 3. Os objetivos das diferentes orientações para o ensino de ciências	71
Quadro 4. A natureza da instrução associada com diferentes orientações para o ensino de ciências	72
Quadro 5. Componentes do conhecimento de professores em diferentes conceitualizações de PCK.....	82
Quadro 6. Instrumento CoRe – Representações do Conteúdo	88
Quadro 7. Resumo dos dados obtidos na análise dos 2821 trabalhos empíricos sobre PCK, especificamente na área de <i>Ciências da Natureza e Matemática</i> entre os anos de 1986 a 2013	126

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	15
1 SHULMAN E O PCK.....	20
2 PCK – CONCEPÇÕES E MODELOS	26
2.1 Definições para o Conhecimento Pedagógico do Conteúdo.....	26
2.2 Cúpula do PCK	30
2.3 Modelos de conhecimentos básicos para professores	37
2.3.1 Modelo de Shulman	38
2.3.2 Modelo de Tamir	46
2.3.3 Modelo de Grossman.....	48
2.3.4 Modelo de Koballa, Gräber, Coleman e Kemp	53
2.3.5 Modelo de Morine-Dershimer e Kent	54
2.3.6 Modelo de Carlsen	56
2.3.7 Modelo de Barnett e Hodson	57
2.3.8 Modelo de Banks, Leach e Moon.....	59
2.3.9 Modelo de Hashweh.....	60
2.3.10 Modelo da Cúpula do PCK.....	61
2.4 Modelos para o Conhecimento Pedagógico do Conteúdo	63
2.4.1 Modelo de Marks.....	63
2.4.2 Modelo de Cochran, De Ruiter e King	65
2.4.3 Modelo de Fernandez-Balboa e Stiehl.....	66
2.4.4 Modelo de Geddis e Wood.....	69
2.4.5 Modelo de Magnusson, Krajcik e Borko.....	70
2.4.6 Modelo de Veal e Makinster.....	73
2.4.7 Modelo de Rollnick, Rhemtula, Dharsey e Ndlovu.....	74
2.4.8 Modelo de Park e Oliver.....	76
2.5 Modelo de desenvolvimento do PCK	78
2.6 Resumo sobre os modelos de conhecimentos base para professores	80
2.7 Acesso ao PCK de professores	87
3 METODOLOGIA DE PESQUISA.....	90
3.1 Natureza da pesquisa.....	90
3.2 Etapas da pesquisa	91
3.2.1 Busca e identificação de trabalhos sobre PCK.....	91
3.2.2 Organização dos trabalhos e criação de um banco de dados.....	92
3.2.3 Leitura e distribuição dos trabalhos	93
3.2.4 Definição dos descritores a serem utilizados.....	95

3.2.5	Distribuição geográfica da produção sobre PCK.....	95
3.2.5.1	Ordem decrescente de autores.....	96
3.2.5.2	Primeiro e último autores	97
3.2.6	Investigação sobre a produção de PCK no Ensino de Química.....	97
3.2.7	Organização geral das informações obtidas.....	98
3.2.8	Conclusões e Considerações Finais.....	98
4	PRODUÇÃO ACADÊMICA SOBRE O PCK.....	99
4.1	Evolução histórica sobre o PCK – um visão geral	99
4.2	Distribuição por forma de divulgação.....	101
4.3	Distribuição por tipo de pesquisa	103
4.3.1	Trabalhos Teóricos.....	104
4.3.2	Trabalhos Empíricos	105
4.3.2.1	Distribuição por Áreas de Conhecimento	105
4.4	Produção sobre PCK da área de Ciências da Natureza e Matemática	112
4.4.1	Distribuição por Métodos e Estratégias para o acesso ao PCK	112
4.4.2	Distribuição por Experiência do Professor e Nível Escolar.....	121
4.4.3	Resumo sobre a produção acadêmica sobre PCK na área de Ciências da Natureza e Matemática	125
4.5	Distribuição geográfica sobre a produção de PCK	126
5	PRODUÇÃO SOBRE PCK NO ENSINO DE QUÍMICA	129
5.1	Distribuição por forma de divulgação.....	129
5.2	Distribuição por Métodos e Estratégias para o acesso ao PCK	130
5.3	Distribuição por Experiência do Professor e Nível Escolar.....	131
5.4	Distribuição por definição para o PCK.....	133
5.5	Distribuição por modelo de PCK utilizado.....	136
6	PCK NO CAMPO DA EDUCAÇÃO E NO ESINO DE QUÍMICA: CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	139
	REFERÊNCIAS.....	142

APRESENTAÇÃO

A concepção de formação de professores em alguns cursos de Licenciatura ainda tem um caráter de complementação à formação profissional nas mais diversas áreas. Desta maneira, a formação de professores é configurada como uma sobreposição das áreas específicas e das áreas pedagógicas (PIMENTA; ALMEIDA, 2009). Os próprios alunos percebem o curso de Licenciatura como um apêndice do Bacharelado e defendem que os cursos deveriam ser voltados à atuação profissional (FERREIRA; KASSEBOEHMER, 2012).

Por outro lado, os formadores demonstram uma baixa preocupação com a prática docente ao reconhecerem-se apenas como pesquisadores ou bacharéis. Pimenta e Almeida (2007, p.20), ao discutirem sobre o professor universitário destacam que:

[...] encontramos uma caracterização de que ser professor nesse nível do ensino significa que se sabe muito da área de conhecimento ou do conteúdo a ser ensinado, mas que não necessariamente se saiba ensinar. Desse professor nunca foi exigido que aprenda a ensinar [...]

Por muitas décadas essa ideia ficou evidente, acreditava-se que para ser um bom professor, este necessitava apenas dominar o conteúdo específico (KIND, 2009b). No entanto, se fosse somente isso que caracterizasse um bom professor, todos os professores universitários, pesquisadores e especialistas em seu conteúdo deveriam ser excelentes professores, fato não observado na prática, pelo contrário, a ineficiência dos especialistas em sala de aula é uma das grandes queixas dos universitários (KIND, 2009b).

Sendo assim, ser professor de Química é distinto de ser professor de outras disciplinas e, portanto, seria importante promover, durante a formação inicial, o confronto dessas características e a reflexão sobre as decisões pedagógicas (FERNANDEZ, 2014).

Nesse sentido, documentos legais, como a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) e o Plano Nacional de Educação (PNE) e, principalmente, em textos específicos, como as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação de Professores, têm chamado a atenção para a insuficiência dessa sobreposição do conhecimento pedagógico ao domínio do conhecimento específico. Existe a necessidade de uma formação profissional articulada, o que implica em mudanças profundas nas propostas dos cursos de formação de professores (PENIN et al., 2004).

Neste contexto, muito se tem discutido sobre a formação necessária do professor, sobre quais seriam as características que um professor deve apresentar e quais são os conhecimentos necessários para ser um “bom professor”.

As pesquisas sobre os conhecimentos necessários à profissão professor não são um fenômeno recente. Na década de 1960, os estudos sobre ensino e professores estavam centrados na investigação sobre a personalidade dos professores e ainda não se investigava o processo de ensino-aprendizado, iniciado somente na década de 1970. Nos anos 1970 se discute sobre a racionalidade técnica, na qual o professor era considerado como um técnico que deveria simplesmente aplicar determinadas receitas de como ensinar bem. Essa situação só veio a mudar com a chegada da visão construtivista da aprendizagem e da investigação educativa (COUSO, 2005).

Com essa visão, na década de 1980, ocorre uma revalorização do professor, originando o programa de pesquisa “conhecimentos de professores” (SHULMAN, 1986). A valorização vai além do conhecimento tecnológico, o conhecimento prático também é importante e deve estar associado à ideia de um profissional reflexivo, ou seja, aquele que reflete na ação e sobre a sua própria ação (SCHÖN, 1983). Sendo assim, com essa preocupação de se valorizar outros conhecimentos, a década de 1990 caracteriza-se pela época de implantação de reformas educativas, que reivindicam uma redefinição do trabalho do professor (MARCELO, 2005). Cada vez mais pesquisadores preocupados com o ensino buscam responder à pergunta: quais são os conhecimentos necessários aos professores em sua vida profissional cotidiana?

Diversos autores surgiram com o objetivo de sistematizar a base de conhecimentos necessários à formação do professor (CONTRERAS, 2002, GIL-PEREZ; CARVALHO, 1995, SHULMAN, 1986, 1987, TARDIF, 2012). Dentre estes, Shulman apresenta como um dos componentes do conhecimento base dos professores o conceito de “conhecimento pedagógico do conteúdo” (PCK - da expressão em inglês *Pedagogical Content Knowledge*). A maior parte do conhecimento do conteúdo dos professores de ciências vem de campos disciplinares, enquanto a compreensão do ensino vem do campo da educação. O PCK seria a junção desses dois campos: do conteúdo e da pedagogia (SHULMAN, 1986).

Um ponto essencial da ideia de Shulman foi trazer para o centro da discussão do conhecimento dos professores o *conteúdo específico*, o paradigma perdido para usar as palavras do próprio autor (SHULMAN, 1986). Afinal um professor é sempre professor *de* algum conteúdo e sua prática pedagógica gira em torno desse conteúdo. O PCK é um elemento da *base de conhecimentos para o ensino* e passou a traduzir

um corpo teórico de conhecimentos sobre a prática pedagógica do professor, englobando os muitos aspectos que são utilizados por ele em sala de aula com o objetivo principal de tornar o assunto compreensível aos estudantes (SHULMAN, 1987).

Desde que Shulman usou pela primeira vez a expressão *Conhecimento Pedagógico do Conteúdo* (PCK) com intuito de traduzir o conhecimento profissional específico de professores, essa expressão passou a significar algo que antes não tinha um nome (FERNANDEZ, 2014). A partir desse momento, esse conceito se impôs na literatura como um modelo teórico frutífero no estudo dos conhecimentos necessários para ser professor. Em seguida, vários modelos propostos de conhecimentos de professores e de PCK forneceram modos produtivos para os pesquisadores estruturarem seus estudos.

Atualmente, o PCK é considerado um dos pilares do conhecimento dos professores (ROLLNICK et al., 2008). Muito se tem escrito sobre o PCK e vários são os modelos propostos sobre esse constructo. Porém, apesar de o PCK ter atraído muita atenção, ainda não existe um conceito universalmente aceito entre os pesquisadores sobre o que define e caracteriza o PCK (ABELL, 2007; KIND, 2009b; NILSSON, 2008). Percebe-se que, ao mesmo tempo em que o PCK se constitui num modelo sobre o conhecimento de professores e, assim, representa uma ideia sobre o conhecimento dos professores que não estava delineada anteriormente, por outro lado há controvérsias entre as concepções de PCK propostas pela literatura.

Tendo em vista a totalidade de estudos e pesquisas sobre o PCK desde sua primeira caracterização por Shulman (1986), parece pertinente traçar um panorama da literatura de forma a possibilitar reconhecer como esse conceito vem evoluindo ao longo dos anos; quais as áreas de conhecimento e os níveis escolares mais privilegiados por essa produção; e quais as estratégias e métodos utilizados para o acesso ao PCK apresentados nestas pesquisas. Somado a isso, o grupo no qual este projeto foi desenvolvido tem diversas pesquisas realizadas sobre esse conceito e tem ampliado as leituras nesses referenciais e observado algumas contradições importantes (BONARDO, FERNANDEZ, 2013; ELIAS, 2011; CASTRO et al., 2013; FERNANDEZ, 2013, 2014; FREIRE, FERNANDEZ, 2012a, 2012b, 2013a; 2013b, 2013c; 2013d, 2013e, 2013f, 2014; GIROTTO Jr., 2011; GOES et al., 2012; GOES et al., 2013; GOES, FERNANDEZ, 2012, 2013; MONTENEGRO, 2011; MONTENEGRO, FERNANDEZ, 2013; NOVAIS, FERNANDEZ, 2012a, 2012b, 2013a, 2013b; OLIVEIRA Jr., 2012; OLIVEIRA Jr., OLIVEIRA Jr., NOVAIS, FERNANDEZ, 2012; ORNELLAS, ANDRADE, FERNANDEZ, 2013; PEREIRA, FERNANDEZ, 2013; SALES, 2010;

SILVA, 2012). Sendo assim, também se justifica uma investigação mais teórica desse constructo para, além de possibilitar o avanço de novas investigações sobre o PCK, contribuir com o grupo de pesquisa.

Diante disso, este trabalho se constitui em busca de uma resposta à seguinte pergunta: *como tem se desenvolvido as pesquisas sobre o conhecimento pedagógico do conteúdo?*

Considerando essa questão de pesquisa, o objetivo central deste trabalho foi mapear os trabalhos sobre o conhecimento pedagógico do conteúdo, identificando, descrevendo e avaliando as principais tendências da produção acadêmica sobre esse conceito, desde seu surgimento, em 1986, até o final do ano de 2013. Tendo como objetivos específicos: i) o resgate histórico desse constructo na literatura; ii) identificação das distintas interpretações sobre a conceituação de PCK; iii) identificação dos distintos modelos propostos para o PCK e iv) identificação das distintas formas de acesso ao PCK que tem sido propostas no Ensino de Ciências da Natureza e Matemática, em específico no Ensino de Química.

No primeiro capítulo desta dissertação apresenta-se um breve histórico sobre Lee Shulman, um dos reconhecidos teóricos da área de formação de professores com destaque para sua relação com o conhecimento pedagógico do conteúdo.

No segundo capítulo identificam-se as distintas interpretações sobre a conceituação de PCK existentes na literatura e apresentam-se os diversos modelos propostos ao longo desses anos.

A seguir, em vista do objetivo central da pesquisa - mapear os trabalhos sobre o Conhecimento Pedagógico do Conteúdo desde seu surgimento, em 1986, até o ano de 2013 – apresentam-se os procedimentos metodológicos e etapas do trabalho, destacando os critérios utilizados para identificação, seleção e classificação dos documentos.

O quarto capítulo traz um panorama sobre a produção acadêmica a respeito do conhecimento pedagógico do conteúdo, a partir da discussão de 3329 trabalhos que envolvem o PCK. As características e as tendências dessa produção são estabelecidas a partir da distribuição dos trabalhos nos seguintes aspectos: forma de divulgação; tipo de pesquisa; área de conhecimento; métodos e estratégias para o acesso ao PCK; experiência do professor investigado; e nível escolar privilegiado nas pesquisas.

No quinto capítulo analisa-se um conjunto particular de 154 trabalhos referentes ao conhecimento pedagógico do conteúdo no Ensino de Química. As características e as tendências dessa produção foram estabelecidas conforme os

aspectos do capítulo anterior e de acordo com qual(is) definição(ões) de PCK os autores se apropriam e quais os modelos de PCK, caso utilizem, mais recorrentes na literatura.

Nas considerações finais, retomam-se as principais características da pesquisa sobre o conhecimento pedagógico do conteúdo e traçam-se alguns delineamentos para futuras pesquisas de maneira a contribuir com os estudos na linha de pesquisa sobre conhecimento de professores.

1 SHULMAN E O PCK

Lee Shulman nasceu na cidade de Chicago, nos Estados Unidos, no dia 28 de setembro de 1938, sendo filho único de imigrantes judeus (SHULMAN, 2004). Sua família possuía uma pequena doceria na vizinhança de Logan Square e muitas de suas perspectivas e decisões estratégicas foram criadas através do contato com fornecedores e clientes. Sua educação formal iniciou-se na Escola Judaica Ortodoxa, onde estudou Talmud (compilação de estudos contendo leis, poesias, orações, ritos, sermões, folclore, regras sobre o procedimento, mas especialmente comentários escriturísticos sobre o judaísmo) no período matutino e matérias secundárias no período vespertino.

Além de ter concluído o Ensino Fundamental e Ensino Médio, Shulman deu prosseguimento ao seu estudo acadêmico em sua cidade natal, onde se formou em Filosofia na Universidade de Chicago. Após sua graduação, ele recebeu uma bolsa de estudos integral na mesma instituição, onde obteve seus títulos de Mestre e Doutor em Psicologia da Educação. Ele concluiu seu doutorado em 1963 com uma tese sobre o pensamento dos professores (GAIA; CESÁRIO; TANCREDI, 2007).

Durante seu doutorado, Shulman pediu em casamento a jovem Judy Horwitz, que é sua parceira em questões de família, convívio social e estudos desde que se conheceram, porém Judy não colaborou com Shulman em suas pesquisas, como ele mesmo afirma:

[...] na verdade ela [Judy] tem uma carreira totalmente independente. Nós só trabalhamos juntos em um projeto, que foi o projeto das comunidades de professores de 1992 até 1997. Essa foi a única vez que nós trabalhamos juntos de uma maneira direta. Fora isso, Judy Shulman tem sua própria carreira em formação de professores e desenvolvimento profissional. (GAIA; CESÁRIO; TANCREDI, 2007, p.150)

Durante a graduação, na Universidade de Chicago, Shulman estudou com Benjamin Bloom e Joseph Schwab. Shulman foi particularmente influenciado pelo trabalho de Schwab na estrutura de diferentes disciplinas, que mais tarde materializou-se em seu trabalho sobre o conhecimento dos professores (SHULMAN, 2008).

Shulman iniciou a sua atividade docente em 1963, como professor da Universidade do Estado de Michigan, local onde permaneceu por 19 anos e teve seu primeiro trabalho acadêmico. Por nunca se contentar em ficar apenas nos limites departamentais, Shulman colaborou com um de seus colegas da Escola de Medicina, Arthur Elstein, também seu colega de quarto durante a faculdade. Esta colaboração

levou-o a um estudo de decisões médicas entre diagnósticos especializados, resultando, em 1978, na publicação do livro: *Resolvendo um problema médico: uma análise do raciocínio clínico (Medical Problem Solving: An Analysis of Clinical Reasoning)*. Dois temas deste livro continuam a ressoar ao longo da carreira de Shulman: 1) a cognição e sua relação com a prática profissional, particularmente sobre condições de incerteza e 2) o domínio específico da especialização.

Foi nessa época que Shulman estudou o pensamento e o comportamento dos médicos. Ele notou que os médicos ganhavam uma boa quantidade de conhecimento a partir de suas práticas e lhe pareceu razoável pensar que isso também deveria ser verdade para os professores. Shulman acreditava que:

Quando nós somos requisitados para explicar o que sabemos aos outros, certamente aprendemos a entender melhor nossas disciplinas. Muitas das boas ideias vêm de nossas experiências de ensino. É a “sabedoria da prática”, como sugere o título de um dos meus livros (*The wisdom of practice: essays on teaching, learning, and learning to teach*). Mas, além disso, há também uma evolução no entendimento quanto aos modos de ensino capazes de transmitir o conteúdo da forma mais compreensível possível para os outros. Era preciso pesquisar sobre como os professores pensam e compreendem, tal como a razão de suas principais ideias, conceitos e princípios acerca dos diferentes assuntos que ensinam (INGUI, 2010).

Em 1982, Shulman se mudou para a Escola Superior de Educação da Universidade de Stanford, onde atuou como professor de psicologia e se tornou o primeiro Professor de Educação Charles E. Ducommun. Essa honraria foi estabelecida no início de 1989, como auxílio a um membro sênior da universidade cuja pesquisa e atividades de ensino se concentrassem na melhoria do processo de ensino e de formação docente (SHULMAN, 2008).

Logo que se mudou para a Universidade de Stanford, Shulman estava insatisfeito com o fato de não encontrar nenhuma literatura sobre pesquisas que retratassem a questão do conteúdo. Em uma de suas entrevistas, ele se recorda dessa época:

Eu estava escrevendo para a cerimônia de abertura do Terceiro Handbook de Pesquisa em Ensino, e estava lendo toda essa literatura e quando você lê muitas e muitas palavras, você, ao menos, tem a oportunidade de ter uma noção que existe alguma coisa faltando ali. Então, eu me lembro tão claramente, que eu estava dando a palestra na Universidade do Texas e eu a intitulei de o paradigma perdido sobre pesquisa em ensino. (BERRY; LOUGHRAN; VAN DRIEL, 2008, p. 1273, tradução nossa)

E acrescenta: “O paradigma perdido refere-se, como na maravilhosa frase de Susan Stodolsk, “Os Temas” (The Subject Matters), título de um dos livros que ela escreveu nos anos de 1980” (PCK SUMMIT, 2012).

Foi então, em 1983, na conferência nacional da Universidade do Texas, que Shulman afirmou que um elemento estava faltando na pesquisa sobre o ensino: o estudo do conteúdo. Nesta mesma época, ele recebeu um financiamento da Fundação Spencer para o projeto denominado “Conhecimento do Professor”, que apresentava como objetivo principal entender como alguém, que realmente sabe alguma coisa, consegue explicar para outro alguém que não sabe. Foi durante esse período que Shulman utilizou o termo pelo qual ficou reconhecido mundialmente: *Pedagogical Content Knowledge* (PCK) (BERRY; LOUGHRAN; VAN DRIEL, 2008). Ele não se lembra do momento exato quando utilizou essa expressão pela primeira vez, apenas se recorda que a ideia foi crescendo a partir das pesquisas do grupo, a qual apontava que:

[...] saber bem o conteúdo é realmente importante, saber a pedagogia geral é realmente importante, mas mesmo quando você junta os dois, você ainda não tem o profissional professor. (BERRY; LOUGHRAN; VAN DRIEL, 2008, p. 1274, tradução nossa).

Para explicar a origem do termo PCK, Shulman fez uma analogia com a descoberta do planeta Netuno pelos astrônomos:

[...] Plutão e Urano foram identificados antes do que Netuno, mas os astrônomos, que mediram cuidadosamente as órbitas desses planetas, observaram logo cedo que aquelas órbitas tinham inconsistências com o que deveria ser. E isso só poderia ser explicado pela existência de algum objeto no espaço com uma massa gravitacional consideravelmente pequena que criava perturbações nas órbitas daqueles dois outros planetas. Então, os astrônomos, baseados na matemática, admitiram a existência, o tamanho e a localização de um novo planeta. E quando eles experimentaram seus telescópios no local onde aquele planeta deveria estar, ele estava lá! E, então, eles foram capazes de gastar anos, e ainda gastam, eu acho, tentando descobrir outras características de Netuno. É esta forma que eu me senti em relação ao PCK, embora não tenha sido o termo utilizado no início [...] certamente não é uma frase que iria se tornar popular. Mas, nós sabíamos que existia uma categoria chamada conhecimento do conteúdo. Muito tinha se pesquisado sobre o conhecimento do conteúdo [...] nós tínhamos várias décadas de experiência medindo habilidades sobre a pedagogia geral e o conhecimento, que tiveram melhor correlação com o ensino e a prática de ensino do que com o conhecimento do conteúdo sozinho [...] e acredito que foi somente quando começamos a colocar várias coisas velhas juntas [...] que os trabalhos sobre o conhecimento pedagógico do conteúdo começaram (PCK SUMMIT, 2012, tradução nossa).

Foi em 1986 que Shulman explicita e publica pela primeira vez o termo Conhecimento Pedagógico do Conteúdo no artigo “Those who understand: knowledge growth in teaching” (SHULMAN, 1986). Neste trabalho Shulman propôs três categorias sobre o conhecimento do conteúdo para professores:

- I. Conhecimento do conteúdo específico
- II. Conhecimento do currículo
- III. Conhecimento pedagógico do conteúdo (PCK)

No ano seguinte, no artigo “Knowledge and teaching: foundations of the new reform” (SHULMAN, 1987), Shulman considera o PCK como sendo um dos sete conhecimentos básicos necessários para um professor. A categorização completa de Shulman será retratada no próximo capítulo.

Durante suas pesquisas no projeto “Conhecimentos de Professores”, Shulman contou com diversos alunos de doutorado atuando em distintas áreas, entre eles Pamela Grossman, Bill Carlsen, Maher Hashweh e Rick Marks, pesquisadores que contribuíram para o desenvolvimento de modelos sobre o PCK (estes modelos também serão apresentados no decorrer desta dissertação).

Entre 1985 e 1990, Shulman e Gary Sykes foram convidados a escrever um documento de política pública para o Conselho Nacional e conduziram os estudos técnicos que culminaram com o Projeto de Avaliação de Professores em primeiro lugar e, na sequência, com o Conselho Nacional para o Padrões do Ensino Profissional. A partir de 1990 inicia colaboração com Pat Hutchings e Russell Edgerton na pesquisa sobre o papel do ensino na educação superior. (GAIA; CESÁRIO; TANCREDI, 2007, p.150)

A missão de Shulman sempre foi: “to do and perform all things necessary to encourage, uphold and dignify the profession of teaching”, ou seja, fazer e desenvolver tudo que for necessário para encorajar, manter e dignificar a profissão do ensino (GAIA; CESÁRIO; TANCREDI, 2007). Ele continuou o trabalho de preparar professores, bem como de aprofundar o entendimento a respeito da preparação para trabalhar em outras profissões como a medicina.

Em 1997, foi selecionado como o octogésimo presidente da Fundação Carnegie sobre o Avanço do Ensino, uma instituição de pesquisa e política educacional em Stanford, Califórnia, criada por Andrew Carnegie em 1905 e reconhecida pelo Congresso dos Estados Unidos no mesmo ano. Sob sua liderança, a Fundação Carnegie apoiou o estudo da educação moral e civil; profissões que incluem leis, educação liberal e doutrinas; e a preparação de professores. Shulman continuou a expandir a necessidade de ensinar e aprender através da Academia Carnegie de ensino e aprendizagem (GAIA; CESÁRIO; TANCREDI, 2007).

Além disso, Shulman ocupou vários outros cargos em sua trajetória profissional (SHULMAN, 2008):

- Co-diretor Fundador do Instituto para Pesquisa em Ensino (IRT - *Institute for Research on Teaching*) na Universidade de Michigan, 1976;
- Presidente da Associação Americana de Pesquisa Educacional (AERA - *American Educational Research Association*);
- Membro da Academia Nacional de Educação (*National Academy of Education*), tendo assumido tanto a vice-presidência quanto a presidência dessa organização;
- Eleito *Fellow* da Associação Americana para o avanço da Ciência (*Fellow of the American Association for the Advancement of Science*), em 2002;
- Foi eleito *Fellow* da Academia Americana de Artes e Ciências (*Fellow of The American Academy of Arts and Sciences*), em 2003.

Shulman também recebeu vários prêmios e homenagens por seus trabalhos. Entre eles, o maior reconhecimento da Associação Americana de Pesquisa Educacional, o prêmio “Career Award”, por sua considerável contribuição para a pesquisa educacional e, em 1995, o prêmio E. L. Thorndike pelas suas contribuições para a área de psicologia educacional (GAIA; CESÁRIO; TANCREDI, 2007).

A pesquisa de Shulman tem abordado o estudo sobre o ensino e a formação de professores; o aumento do conhecimento entre os que aprendem a ensinar; o acesso ao ensino; o ensino médico; a psicologia do ensino da ciência, matemática e medicina; a lógica da pesquisa educacional; e a qualidade do ensino no nível superior. Todos seus estudos têm, ao longo dos anos, enfatizado a importância do ensino enquanto propriedade comunitária (GAIA; CESÁRIO; TANCREDI, 2007).

Shulman passou sua vida profissional defendendo a importância de ensinar em todos os níveis, desde a escola até a pós-graduação. Ele é mais conhecido por seu trabalho sobre a base de conhecimentos para o ensino, incluindo a construção do conhecimento pedagógico do conteúdo (SHULMAN, 2008).

Atualmente, Shulman é professor emérito da Universidade de Stanford e da Fundação Carnegie para o Avanço no Ensino e não trabalha mais com pesquisas na linha de formação de professores:

Uma vez que eu me tornei presidente da Fundação Carnegie, as possibilidades acabaram tornando-se bem mais amplas. Assim eu, pessoalmente, não continuei com esta linha de pesquisa. Mas uma certeza eu tenho: o movimento nos Estados Unidos para a reforma das escolas, especialmente as escolas do ensino médio, procurará criar escolas menores do ensino regular com comunidades de professores, de aprendizes. Isto está diretamente relacionado com o

trabalho que fiz na década de 1990. (GAIA; CESÁRIO; TANCREDI, 2007, p.152)

Após mais de dez anos afastados da área, Shulman ainda acredita que:

O PCK é o que distingue um professor excelente ou um profissional de determinada área de alguém que apenas sabe a própria disciplina. É o que distingue um excelente biólogo de um ótimo professor de biologia, uma vez que mais do que simplesmente conhecer sua disciplina ele também entende como transformar seu conhecimento em experiências que irão dar suporte ao aprendizado dos alunos. (INGUI, 2010)

Shulman é considerado um dos célebres teóricos da área de formação de professores, sendo um dos nomes mais referenciados dessa área, o que mais contribuiu e ainda contribui para o avanço de temáticas ligadas à aprendizagem da docência.

2 PCK – CONCEPÇÕES E MODELOS

2.1 DEFINIÇÕES PARA O CONHECIMENTO PEDAGÓGICO DO CONTEÚDO

Por quase três décadas, encontram-se várias definições e interpretações na literatura para o conhecimento pedagógico do conteúdo. No entanto, mesmo com dúvidas e questões ainda não respondidas, um ponto que não há dúvida é que esse constructo continua sendo uma ideia extremamente útil para a formação de professores (ABELL, 2008).

A ideia de conhecimento pedagógico do conteúdo (PCK), como já foi dito, foi documentada pela primeira vez por Shulman, na conferência na Universidade do Texas em 1983, a qual trouxe como tema: “O paradigma perdido na pesquisa sobre o ensino”. Para Shulman, o paradigma perdido era a falta de atenção que o conteúdo específico recebia durante a trajetória para ser professor (SHULMAN, 1986).

Shulman define o conhecimento pedagógico do conteúdo como “aquela amálgama especial do conteúdo e da pedagogia que é uma área de conhecimento exclusiva dos professores, a forma especial de compreensão profissional deles” (SHULMAN, 1987, p.8, tradução nossa). Além disso, refere-se ao PCK como sendo aquele conhecimento:

[...] que vai além do conhecimento do tema em si e chega à dimensão do conhecimento do tema para o ensino. Eu [Shulman] ainda falo de conteúdo aqui, mas de uma forma particular de conhecimento de conteúdo que engloba os aspectos do conteúdo mais próximos de seu processo de ensino (SHULMAN, 1986, p.9, tradução nossa).

O autor afirma que o PCK seria composto pelas “formas mais úteis de representação [...], as analogias mais poderosas, ilustrações, exemplos e demonstrações [...]” (SHULMAN, 1986, p.9, tradução nossa) e ainda esclarece que:

Uma vez que não há simples formas poderosas de representação, o professor precisa ter em mãos um verdadeiro arsenal de formas alternativas de representação, algumas das quais derivam da pesquisa enquanto outras têm sua origem no saber da prática (SHULMAN, 1986, p.9, tradução nossa).

Além disso, Shulman também inclui no PCK:

[...] o entendimento do que faz a aprendizagem de tópicos específicos fáceis ou difíceis: as concepções e pré-concepções que estudantes de diferentes idades e históricos trazem com eles para a aprendizagem daqueles tópicos mais frequentemente ensinados. Se tais pré-concepções são concepções alternativas, o que elas frequentemente são, os professores necessitam do conhecimento de estratégias que muito provavelmente serão frutíferas na reorganização e compreensão dos alunos, pois esses estudantes dificilmente irão aparecer na frente deles como tabulas rasa. (SHULMAN, 1986, p.9, tradução nossa)

Grossman (1990) conceitua PCK como o resultado de uma transformação do conhecimento do conteúdo, do conhecimento pedagógico e do conhecimento do contexto. Cochran, DeRuiter e King (1993) definem o PCK como sendo o entendimento integrado dos quatro componentes que possui um professor: pedagogia; conhecimento do conteúdo; características dos alunos; e contexto ambiental da aprendizagem. Para os autores, o PCK é idealmente gerado como uma síntese do desenvolvimento simultâneo destes quatro componentes.

Geddis e colaboradores (1993) optaram em adotar uma visão indiferenciada sobre o PCK, ou seja, os autores não se preocuparam em distinguir o conhecimento pedagógico do conteúdo em termos de como este é originado e definem o PCK como: “um conhecimento que desempenha um papel na transformação do tema em uma forma mais acessível ao aluno” (GEDDIS et al., 1993, p.581).

Em 1996, a *National Science Education Standards* (NSES) incorporou o conceito de PCK “como um componente essencial ao desenvolvimento profissional dos professores de ciências”. E define o PCK como:

Compreensão e habilidades especiais que integram os conhecimentos dos professores de um conteúdo específico, do currículo, da aprendizagem, do ensino e dos estudantes, permitindo que os professores de ciências criem situações de aprendizagem de acordo com as necessidades individuais e do grupo. (NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 1996, p.62, tradução nossa).

Van Driel, Verloop e Desvos (1998) consideram o PCK como uma forma específica do conhecimento artesão. O conhecimento artesão é o conhecimento integrado que representa a sabedoria acumulada dos professores na sua prática de ensino. Sendo assim, esse conhecimento guia as ações dos professores na prática. Esse conhecimento artesão é influenciado por fatores pessoais dos professores e pelo contexto em que eles trabalham. Além disso, os autores incluem o conhecimento e as crenças a respeito de vários aspectos, tais como: a pedagogia; os estudantes; o conteúdo específico; e o currículo. Para os autores:

O PCK implica uma transformação do conhecimento do tema de forma que possa ser utilizado de maneira eficaz e flexível no processo de comunicação entre professores e estudantes durante a prática em sala de aula. Deste modo, o PCK dos professores deriva da sua própria prática de ensino (por exemplo, ao analisar dificuldades específicas de aprendizagem) (...) ao lidar com um tema, as ações do professor serão determinadas pela extensão do seu PCK, fazendo dele um componente essencial do conhecimento artesão. (VAN DRIEL; VERLOOP; DESVOS, 1998, p. 675, tradução nossa).

Já Veal e Makinster (1999) definem o PCK como a habilidade de traduzir o conteúdo temático a um grupo diverso de estudantes usando estratégias, métodos de instrução e avaliação múltiplas. Para os autores, o PCK deve levar em conta as limitações contextuais, culturais e sociais no ambiente de aprendizagem.

Magnusson, Krajcik e Borko (1999), assim como Grossman, explicam o PCK como o resultado de uma transformação do conhecimento do tema, pedagogia e contexto. E afirmam que o PCK, o conhecimento resultante, pode estimular o desenvolvimento dos outros domínios do conhecimento básico. Assim, segundo Magnusson e seus colaboradores, o PCK consiste em cinco componentes: i) orientações para o ensino de ciências; ii) conhecimentos e crenças sobre o currículo de ciências; iii) conhecimento e crenças sobre a compreensão dos alunos sobre temas específicos de ciência; iv) conhecimentos e crenças sobre a avaliação em ciências; v) conhecimentos e crenças sobre estratégias instrucionais para o ensino de ciências.

Para Baxter e Lederman (1999) o conhecimento pedagógico do conteúdo é uma construção interna dos professores. Sendo assim, representa o conhecimento dos professores sobre um conteúdo específico juntamente com o conhecimento das dificuldades dos alunos a respeito desse conteúdo.

Segundo Barnett e Hodson (2001), o conhecimento pedagógico do conteúdo inclui saberes como: fixar metas de ensino, organizar as sequências das aulas de modo coerente, saber conduzir as atividades, introduzir tópicos específicos e alocar tempos adequados para o tratamento dos conceitos. Inclui também o conhecimento dos conceitos e ideias que exemplifiquem itens importantes de um conteúdo e relacionar a eles o que os estudantes já conhecem. Além disso, de acordo com os autores, os professores possuem também dispositivos motivacionais que podem ser usados para cativar a atenção dos estudantes.

Para Bolívar:

O conhecimento pedagógico do conteúdo é o conjunto do repertório de “construções pedagógicas”, o resultado da sabedoria da prática docente, geralmente com uma estrutura narrativa, relacionada com temas específicos. Deste modo, não seria nem uma subcategoria do conhecimento do conteúdo (conhecimento do conteúdo para o ensino) nem uma forma genérica de conhecimento, mas sim uma

coleção de “construções pedagógicas”, específicas para cada tópico, que pode ser examinada nos diversos componentes que a caracterizam (conhecimento curricular, de conteúdo, crenças sobre ensino-aprendizagem, conhecimento e crenças pedagógicas, conhecimento de contexto e recursos, metas e objetivos). (BOLÍVAR, 2005, p.9, tradução nossa).

Loughran, Mulhall e Berry (2004) consideram cinco aspectos do PCK: i) abordagens para a elaboração de ideias e de uma sequência eficaz; ii) conhecimento dos estudantes; iii) formas criteriosas de se testar a compreensão; iv) conhecimento das dificuldades e das limitações relacionadas ao ensino; e v) conhecimento sobre as concepções alternativas.

Para Talanquer (2004) o PCK determina quais ideias e conceitos de química o docente considera importante ensinar, ou quais tipos de perguntas, problemas ou experiências deve escolher para introduzir um tema, identificar as ideias prévias de seus alunos, ou ajudá-los a construir novos conceitos. Esse conhecimento se manifesta de diversas maneiras durante o planejamento de uma aula. Para o autor, o PCK é um guia, muitas vezes inconsciente, que o professor utiliza para identificar e selecionar experiências específicas para analisar um conceito e desenvolver uma habilidade.

Park e Oliver (2008), apresentam uma definição de PCK como sendo:

[...] a compreensão e a representação dos professores de como ajudar um grupo de alunos a compreender um tema específico usando estratégias instrutivas, representações, e avaliações múltiplas ao trabalhar dentro das limitações contextuais, culturais, e sociais no ambiente de aprendizagem (PARK; OLIVER, 2008, p.264, tradução nossa)

Berry, Loughran e Van Driel (2008) concordam com Shulman de que existe um conhecimento que vai além dos livros e que se constrói pouco a pouco com a experiência do professor durante sua prática. Os autores afirmam que o PCK é um conceito complexo, não apenas pelo conjunto de conhecimentos e destrezas que envolve, mas também pelas diversas interpretações que se tem feito do mesmo.

Na perspectiva de Kind (2009b) o PCK é um conceito que representa o conhecimento que os professores desenvolvem durante o processo de ensino.

Apesar de tantas definições, os autores concordam com Shulman em dois elementos-chave: i) o PCK é um conhecimento de conteúdo específico; e ii) o PCK é influenciado por uma variedade de domínios de conhecimentos, entre eles, o conhecimento do tema é considerado essencial, embora não seja suficiente para o desenvolvimento do PCK. Além disso, pode-se observar um consenso sobre alguns dos elementos que constituem o PCK. Grande parte dos pesquisadores acredita que o

conhecimento de estratégias de ensino, a compreensão das dificuldades dos alunos e suas concepções alternativas em relação a um tema específico, são componentes do PCK.

Tendo em vista isso, defende-se que para ocorrer um avanço nas pesquisas relacionadas ao PCK, os pesquisadores devem estar conscientes a respeito das diferentes interpretações e compreensões do PCK relatadas na literatura. Com isso seria possível estabelecer comparações entre diferentes concepções e modelos. Recentemente, a Fundação Nacional de Ciências (*National Science Foundation*) junto com a Fundação *Spencer* fundaram o projeto denominado “Cúpula do PCK” (PCK SUMMIT, 2012) a fim de explicitar as referidas tensões.

2.2 CÚPULA DO PCK

A Cúpula do PCK foi uma conferência realizada em outubro de 2012 em Colorado Springs, nos Estados Unidos. Essa conferência foi planejada para reunir pesquisadores internacionais de Ensino de Ciências que dedicam suas pesquisas ao conhecimento pedagógico do conteúdo. Assim, o objetivo dessa conferência foi explorar modelos e métodos atuais para acessar o PCK com o intuito de construir tanto uma definição quanto um modelo unificado de PCK. Para isto, trinta pesquisadores, de sete países diferentes, foram convidados a participar desse evento.

As principais questões da conferência eram entender *o que é o PCK* e *como esse pode ser definido* (PCK SUMMIT, 2012).

Nesse sentido, com intuito de chegarem a um consenso de uma definição sobre o que é o PCK, foi solicitado que cada grupo apresentasse qual definição de PCK estava sendo utilizada no respectivo grupo de pesquisa. Desta forma, no início da conferência, tinham-se doze concepções de PCK diferentes, que serão apresentadas a seguir.

Berry, Loughran e Cooper, da Universidade de Monash, na Austrália, dizem que o PCK:

se refere ao conhecimento / habilidade que os professores desenvolvem sobre como ensinar tópicos / temas particulares de modo a conduzir o estudante ao entendimento aprimorado daquele tema. PCK é altamente específico em relação ao tópico, pessoa e contexto, embora haja muitos elementos do PCK de professores frequentemente compartilhados dentro de uma determinada área temática (PCK SUMMIT, 2012, tradução nossa).

A equipe de Daehler e Heller, dos Estados Unidos, define o PCK como sendo:

O conhecimento prático que permite aos professores transformar o conteúdo e a epistemologia de um assunto para fins de ensino. Nossa concepção inclui três elementos principais: (a) capacidade dos professores para interpretar o conhecimento do assunto disciplinarmente e praticar para fins de ensino um assunto escolar, (b) o domínio dos professores de estratégias múltiplas, precisas e apropriadas ao nível dos estudantes para representar o conhecimento do conteúdo, incluindo descrições de fenômenos observáveis, demonstrações e explicações dos mecanismos subjacentes e (c) compreensão dos professores sobre os pensamentos e raciocínios dos alunos. Professores com forte PCK são capazes de antecipar, extrair, interpretar e endereçar os desafios particulares que o conteúdo representa para os alunos de um determinado nível (PCK SUMMIT, 2012, tradução nossa).

Vanessa Kind, pesquisadora da Universidade de Durham, no Reino Unido, diz que:

o PCK é o conhecimento tácito que é desenvolvido através da experiência e da reflexão. Os fatores que se combinam para produzir PCK são: SMK (conhecimento do tema), experiência em sala de aula e atributos emocionais positivos (PCK SUMMIT, 2012, tradução nossa).

Fischer e Borowski, pesquisadores da Alemanha, ao definirem PCK afirmam que:

[...] o PCK é considerado dentro de um modelo integrativo. As categorias contêm muitas características das sete categorias originais de Shulman, mas são organizadas de forma diferente. PCK é a dimensão que apenas professores - professores aqui de física - têm e precisam. Como PCK caracteriza os professores, é específico para domínios individuais e é um grande indicador de desempenho do aluno (PCK SUMMIT, 2012, tradução nossa).

Gess-Newsome, Carlson e Gardner da Universidade de Willamette, nos Estados Unidos, dizem que o PCK é:

uma base de conhecimento única que os professores possuem que lhes permite considerar a estrutura e a importância de um tópico instrucional, reconhecer as características que irão torná-lo mais ou menos acessível aos estudantes e justificar a seleção de práticas de ensino baseadas nas necessidades de aprendizagem dos alunos. PCK é específico no conceito (por exemplo, seleção natural, energia, ou ligações químicas) e não específico no domínio (por exemplo, biologia, física ou química) (PCK SUMMIT, 2012, tradução nossa).

Padilla e Garritz da Universidade Nacional Autônoma do México dizem que o PCK refere-se:

essencialmente ao conhecimento que os professores devem ter a respeito de como os alunos aprendem o conteúdo específico, o entendimento do que torna a aprendizagem de um tópico fácil ou difícil, o conhecimento das concepções alternativas mais comuns que os alunos podem trazer para a aula, o reconhecimento apropriado de analogias poderosas, ilustrações, exemplos e demonstrações que podem ajudar os alunos a compreender melhor um conceito ou ideia, os meios convenientes para avaliar a compreensão dos alunos, e os itens do domínio afetivo diretamente relacionado com o tema (PCK SUMMIT, 2012, tradução nossa).

Park e Suh da Universidade de Iowa, nos Estados Unidos, referem-se ao PCK como sendo:

a compreensão dos professores e promulgação de como ajudar um grupo de alunos a compreender um tema específico usando múltiplas estratégias instrucionais, representações e avaliações enquanto trabalha dentro das limitações contextuais, culturais e sociais no ambiente de aprendizagem. Com esta definição, o PCK é operacionalmente conceituado como uma integração de cinco componentes representados no modelo pentágono (Park e Oliver, 2008): (a) orientações para o ensino de ciências, (b) conhecimento da compreensão dos alunos em ciências, (c) o conhecimento do currículo de ciências, (d) conhecimento das estratégias instrucionais para o ensino de ciências, e (e) conhecimento da avaliação da aprendizagem em ciências (PCK SUMMIT, 2012, tradução nossa).

Schneider da Universidade de Toledo, também nos Estados Unidos, afirma que o PCK é:

um conhecimento do ensino que é de domínio específico, isto é, o que os professores sabem sobre o seu tema e como torná-lo acessível a estudantes. Para professores de ciências, PCK inclui o conhecimento do pensamento dos alunos sobre ciências, currículo de ciências, estratégias instrucionais específicas de ciências, avaliação da aprendizagem dos alunos sobre ciências, e orientações para o ensino de ciências. (PCK SUMMIT, 2012, tradução nossa).

A equipe coordenada por Rollnick conta com a colaboração de 13 pesquisadores, a maioria da África do Sul. Para esse grupo, o PCK é:

um conhecimento único e especial possuído pelos professores, que lhes permite raciocinar através de sua própria compreensão de um tópico através da reconstrução e representação em formatos que sejam acessíveis e sequenciados para um melhor entendimento por diferentes alunos. PCK é específico no tópico. Sua qualidade depende de vários aspectos do conhecimento dos professores tais como o conhecimento dos aprendizes, do contexto e da pedagogia, mas o mais importante é o nível de compreensão do conteúdo do tópico pelo professor (PCK SUMMIT, 2012, tradução nossa).

Van Driel, Henze e Janssen, pesquisadores da Holanda, afirmam que o PCK é:

uma forma de conhecimento profissional dos professores que é altamente específico no tópico, na pessoa e na situação. Refere-se a

uma transformação do conhecimento do tema de modo que possa ser utilizado de forma eficaz e flexível no processo de comunicação entre professores e alunos durante a prática de sala de aula. Fundamental na nossa definição de PCK é a noção de que o conhecimento dos professores sobre as estratégias para ensinar um determinado tópico está relacionado, se não baseado em, seu conhecimento de como os alunos aprendem aquele tópico (PCK SUMMIT, 2012, tradução nossa).

Friedrichsen, Lannin e Sickel pesquisadores da Universidade de Missouri, nos Estados Unidos adotam o PCK como:

um conhecimento base especializado para o ensino. Este conhecimento é único para os professores, e difere do conhecimento de especialistas no tema. PCK se desenvolve principalmente através do ensino e da reflexão, mas também pode se desenvolver a partir de desenvolvimento profissional e de cursos pedagógicos. Professores tiram partido de seu PCK para planejar, ensinar e avaliar as aulas. Em nosso projeto atual, vemos PCK como o conhecimento de um professor individual, enquanto reconhecemos que PCK pode se desenvolver e ser caracterizado no nível de comunidades de aprendizagem profissionais. Nós diferenciamos entre dois níveis de PCK: específico do tópico (ex. osmose) e específico da disciplina (ex. biologia) (PCK SUMMIT, 2012, tradução nossa).

A equipe de Smith e Banilower, também dos Estados Unidos, definem o PCK como:

o conhecimento necessário para desenvolver nos alunos a compreensão de conceitos científicos. PCK é uma forma distinta de conhecimento criado através da transformação do conhecimento do tema, do conhecimento pedagógico (que inclui o conhecimento das teorias de aprendizagem), e o conhecimento do aprendiz. Existem várias facetas de PCK, incluindo (1) conhecimento dos padrões de destaque no pensamento dos estudantes sobre conceitos científicos, (2) o conhecimento de como sequenciar ideias, (3) o conhecimento de estratégias específicas de conteúdo (incluindo o conhecimento das atividades, representações e perguntas que movem o aluno a pensar), e (4) o conhecimento de métodos de avaliação da aprendizagem de ciências (PCK SUMMIT, 2012, tradução nossa).

Diante do objetivo da conferência, após a apresentação das concepções individuais de cada um dos grupos reunidos, os pesquisadores envolvidos na Conferência da Cúpula do PCK chegaram ao seguinte consenso sobre a concepção de PCK:

Conhecimento do, raciocínio por trás, e planejamento para o ensino de um tópico particular em um modo particular para um propósito particular para alunos particulares com intuito de melhoria dos resultados dos alunos (reflexão sobre a ação, explícito)

O ato de ensinar um tópico particular de um modo particular para um propósito particular para alunos particulares de modo a obter a

melhoria dos resultados dos alunos (reflexão na ação, tácito ou explícito) (PCK SUMMIT, 2012, tradução nossa).

A priori, essa definição aparenta ser incompleta e, de certa forma, são sucintas e pouco abrangentes. Ao atentar-se para as definições individuais dos grupos de pesquisa, pode-se perceber que existem definições muito mais abrangentes do que essa síntese coletiva. Deve-se levar em consideração que essa definição ainda não está finalizada e que, os pesquisadores continuam em constantes debates sobre o que é o PCK. Ou seja, o que foi apresentado na conferência foi apenas um consenso preliminar a respeito do PCK, longe de abarcar as compreensões mais particulares de cada uma das definições relatadas anteriormente.

Garritz e colaboradores fazem uma contribuição com essa definição ao considerarem que:

As quatro vezes que a palavra "particular" aparece nesta definição é uma faca de dois gumes. Por um lado, isso significa que PCK deve ser construído, especificamente, cada vez que o professor for lecionar um determinado tópico para um determinado conjunto de estudantes [...] Mas, por outro lado, o PCK representa um ótimo desafio, uma vez que o PCK é uma construção acadêmica que representa uma ideia intrigante, enraizado na crença de que o ensino exige muito mais do que só transmitir (GARRITZ et al., 2013, p.5, tradução nossa).

Com o intuito de organizar as ideias apresentadas pelos grupos de pesquisa e de verificar as similaridades e diferenças entre as perspectivas dos pesquisadores sobre o PCK, foram sistematizados os principais aspectos presentes nas definições sobre o PCK dos grupos participantes na Cúpula do PCK. Esses aspectos foram retirados das definições enunciadas por cada grupo. A partir da leitura de cada definição verificaram-se aspectos centrais. Deste modo, a intenção foi investigar com que frequência esses aspectos repetiam-se entre as definições dos grupos de pesquisas. Foram evidenciados nove aspectos principais:

- i) O PCK é específico do professor
- ii) O PCK é específico do conteúdo
- iii) O PCK é específico do contexto
- iv) O PCK está relacionado com a transformação do conteúdo
- v) O PCK está relacionado com o conhecimento das concepções dos alunos
- vi) O PCK está relacionado com a seleção de estratégias de ensino
- vii) O PCK possibilita a compreensão dos alunos
- viii) O PCK é desenvolvido através da experiência profissional
- ix) O PCK é desenvolvido através da reflexão

Esses aspectos estão organizados no quadro 1. Na primeira coluna pode-se verificar os doze grupos de pesquisa participantes da Cúpula do PCK, e na primeira linha estão listados os nove aspectos descritos anteriormente. Para cada definição oriunda de um grupo particular buscou-se verificar a presença ou não destes aspectos, sinalizando a presença deles com um “X”.

Como se pode observar, todos os pesquisadores, de alguma forma, afirmam que o PCK é um conhecimento específico do conteúdo, ou seja, que este conhecimento está relacionado especificamente com o conhecimento do conteúdo a ser ensinado.

Da mesma forma, 58% dos pesquisadores destacam que o PCK é um conhecimento específico do professor, quer dizer, é o conhecimento que lhe diferencia como um profissional do ensino.

Além disso, 75% dos pesquisadores acreditam que o PCK é o conhecimento que possibilita uma melhor compreensão por parte dos alunos. Aliado a isso, 50% dos grupos de pesquisa, enfatizam que o PCK envolve o conhecimento e a compreensão das concepções dos alunos juntamente com conhecimento e a seleção das estratégias de ensino a serem utilizadas na prática.

Apenas 25% dos pesquisadores afirmam que o PCK é um conhecimento específico do contexto. Durante a palestra de abertura da Conferência da Cúpula do PCK, Shulman afirma que: “Existem grandes ideias que são universais, mas elas só farão sentido no mundo quando elas forem contextualizadas” (PCK SUMMIT, 2012, tradução nossa). Shulman acredita que as ideias precisam ser contextualizadas, da mesma forma, pode-se dizer que o conteúdo também precisa ser contextualizado. Sendo assim, entende-se que o conhecimento do contexto, ou seja, entender o contexto dos alunos, da escola, da comunidade é importante e deve ser considerado. Os autores, provavelmente, devem considerar o conhecimento do contexto como um conhecimento mais amplo, ou seja, como uma das categorias dos conhecimentos base e não necessariamente um conhecimento específico para um determinado conteúdo.

Outro aspecto relevante é que poucos pesquisadores, em suas definições, comentam sobre como o PCK é desenvolvido. De certa forma, isso é natural, pois as definições visam responder à pergunta “o que é o PCK?” e não “como desenvolver o PCK?”. A questão de como o PCK é desenvolvido, é melhor descrita nos modelos de PCK adotados pelos grupos de pesquisa.

Quadro 1. Principais aspectos mencionados no conceito de PCK pelos grupos de pesquisa participantes da Cúpula do PCK

Aspectos Pesquisadores	Específico do professor	Específico do conteúdo	Específico do contexto	Transformação do conteúdo	Conhecimento das concepções dos alunos	Seleção de práticas de ensino	Possibilita a compreensão dos alunos	Desenvolvido através da experiência	Desenvolvido através da reflexão
Berry, Loughran e Cooper	X	X	X				X		
Daehler e Heller		X		X	X	X			
Kind		X						X	X
Fischer e Borowski	X	X					X		
Gess-Newsome, Carlson e Gardner	X	X			X	X	X		
Padilla e Garritz		X			X	X	X		
Park e Suh		X				X	X		
Schneider	X	X		X	X	X	X		
Rollnick e colaboradores	X	X	X		X	X	X		X
Van Driel, Henze e Janssen	X	X	X	X			X		
Friedrichsen, Lannin e Sickel	X	X						X	X
Smith e Banilower		X		X	X	X	X		

Fonte: Elaborado pela autora

X = aspecto pertence à definição utilizada pelos pesquisadores

Espaço em branco = aspecto não pertence à definição utilizada pelos pesquisadores

Sendo assim, com base nos aspectos consensuais identificados no quadro 1, conceituaria o PCK como *um conhecimento específico do professor que envolve, além do conhecimento das concepções dos alunos, o conhecimento das estratégias instrucionais de ensino, para ensinar e desenvolver a compreensão dos alunos de um conteúdo específico*.

A intenção aqui não é apresentar mais uma definição para o constructo PCK, mas sim, procurar contribuir com a Cúpula do PCK e, conseqüentemente, com as pesquisas referentes ao PCK. Vale ressaltar que o próprio Shulman, ao ser questionado da possibilidade de chegar a uma definição consensual, afirmou que:

Existe uma variedade de caminhos [...] depende dos seus objetivos educacionais e de suas concepções sobre o conhecimento do tema e, é claro, das questões do contexto [...] depende da sua instituição, do seu país, cada lugar apresenta uma educação totalmente diferente [...] perguntem a si mesmos - existe apenas uma definição de PCK?- Eu acho que existe mais do que uma, legítima, emocionante e frutífera maneira de se pensar sobre o PCK [...] (PCK SUMMIT, 2012, tradução nossa).

Como visto anteriormente, as definições não abordam como ocorre o desenvolvimento do PCK. Esse aspecto é mais discutido nos modelos propostos para o constructo PCK. Os modelos, provavelmente, se baseiam nas definições e, além disso, versam sobre os componentes do PCK, bem como as relações entre eles. A seguir, serão apresentados alguns dos modelos propostos na literatura.

2.3 MODELOS DE CONHECIMENTOS BÁSICOS PARA PROFESSORES

Existem várias propostas sobre os conhecimentos necessários para a profissão de professor. A quantidade de modelos existentes ao longo dos anos é grande e cada um manifesta conceitos e características que se assemelham em determinados pontos, mas divergem em outros.

Uma característica comum a diversos modelos é a inserção do conhecimento pedagógico do conteúdo como um dos componentes necessários para a base de conhecimentos para os professores. Como já visto, a ideia de PCK foi inicialmente apresentada por Shulman referindo-se a um tipo específico de conhecimento de professores. O modelo proposto por Shulman tem sido explicado e ampliado por diversos pesquisadores que, de certa forma, acabam modificando e/ou ampliando a proposta original.

Na figura 1 tem-se uma linha do tempo com os principais modelos que abordam os conhecimentos básicos para o professor, incluindo o PCK como um de seus componentes.

Figura 1. Linha do tempo entre 1986 a 2012 com os principais modelos sobre PCK e os modelos de conhecimentos básicos para a profissão de professor que incluem o PCK (Elaborado pela autora).

A seguir, estão descritos esses dezoito modelos, com suas similaridades e diferenças. Primeiramente, são apresentados os dez modelos de conhecimentos de professores que consideram o conhecimento pedagógico do conteúdo como um conhecimento básico para a profissão docente e, em seguida, são apresentados os oito modelos referentes especificamente sobre o PCK.

2.3.1 Modelo de Shulman

Interessado em entender o que os professores precisam saber e quais são as fontes de conhecimento do professor, Shulman começou a investigar o conhecimento de professores através de uma análise dos testes aplicados na seleção de professores por algumas universidades estadunidenses (Massachusetts, Michigan, Nebraska, Colorado e Califórnia), durante os séculos XIX e XX (SHULMAN, 1986).

De acordo com Shulman (1986) 90% a 95% dos testes aplicados no século XIX focavam no conhecimento do conteúdo, ou seja, no tema a ser ensinado, enquanto o conhecimento da pedagogia era ignorado. Por outro lado, no século XX ocorreu uma inversão, ou seja, os testes correspondentes a esse período não apresentavam questões sobre o conteúdo, apenas questões relacionadas à pedagogia.

Shulman, preocupado com a ausência do conteúdo nas pesquisas sobre ensino e aprendizagem, ficou interessado em entender como ocorria a transmissão do conhecimento do conteúdo. Uma indagação central referia-se sobre quais eram os domínios e categorias do conhecimento do conteúdo existentes na mente dos professores. Diante disto, Shulman propôs distinguir o conhecimento do conteúdo em três categorias:

- I. Conhecimento do conteúdo específico
- II. Conhecimento pedagógico do conteúdo (PCK)
- III. Conhecimento curricular

Para Shulman, o conhecimento do conteúdo específico refere-se à quantidade e à organização desse conhecimento na mente do professor, ou seja, o professor precisa entender porque um determinado conteúdo é central para um tema enquanto outro conteúdo pode ser periférico para o mesmo tema. O conhecimento do conteúdo específico engloba as estruturas sintáticas e substantivas definidas por Schwab (1964) que, ao iniciar a discussão sobre as estruturas substantivas afirma:

[...] investigação tem sua origem numa estrutura conceitual, frequentemente matemática, mas não necessariamente. E é por meio dessa estrutura conceitual que somos capazes de formular uma pergunta. É através dessa pergunta que sabemos quais dados procurar e quais experimentos realizar para tais dados. Uma vez que esses dados foram obtidos, a mesma estrutura conceitual nos diz como interpretá-los, o que fazer com eles por meio do conhecimento. (SCHWAB, 1964, p.12)

Para Schwab (1964, p.13) é fundamental que os professores saibam “[...] quais estruturas estão na base de um determinado corpo de conhecimentos e quais os problemas que vamos enfrentar na transmissão desse conhecimento”.

Schwab defende a ideia de que as estruturas substantivas das disciplinas não são imutáveis e dogmáticas, mas evoluem, incorporam novos conceitos e podem ser questionadas. Para ele, assumir uma única perspectiva em um corpo de conhecimentos e considerá-la como uma verdade pode gerar divisões e dificultar a comunicação entre os cidadãos. Por fim, o autor conclui que:

Se os alunos estão conscientes das estruturas substantivas que estão na base do nosso conhecimento atual, se lhes for dado um pouco de liberdade para especular sobre as possíveis alterações dessas estruturas no futuro, eles não vão estar apenas preparados para entender futuras revisões com inteligência, mas entenderão melhor os conhecimentos que estão sendo ensinados. (SCHWAB, p. 30)

Desta forma, entende-se que as estruturas substantivas são estruturas conceituais legitimadas pela comunidade de um campo que fundamentam a base teórica de uma disciplina e são utilizadas para orientar as investigações nesse campo. Essas estruturas compõem o corpo de conhecimentos que delimita uma disciplina e configura um referencial para questionar, buscar e interpretar os dados sobre aspectos de interesse de um ou de um conjunto de fenômenos.

As estruturas sintáticas são tratadas por Schwab como o terceiro problema da estrutura das disciplinas:

[...] Há, então, o problema de se determinar para cada disciplina o que ela faz por meio da descoberta e da prova, quais os critérios que usa para medir a qualidade de seus dados, como estritamente pode aplicar cânones de evidência e, em geral, de se determinar a rota ou caminho pelo qual a disciplina se move a partir de seus dados brutos para uma conclusão consistente [...] (SCHWAB, p.14).

A partir deste trecho entende-se que as estruturas sintáticas representam o caminho adotado e reconhecido pelos membros de um campo para produzir, introduzir e legitimar a produção de conhecimento. Ou seja, são os meios utilizados para buscar e selecionar dados a partir da investigação e os critérios necessários para avaliar a confiabilidade desses dados e a consistência de uma conclusão proveniente de sua articulação com as estruturas conceituais desse campo.

Retomando as categorias do conhecimento do conteúdo propostas por Shulman, o conhecimento pedagógico do conteúdo refere-se a um conhecimento que vai além do conhecimento do tema, “é uma forma particular de conhecimento de conteúdo que engloba os aspectos do conteúdo mais próximos de seu processo de ensino” (SHULMAN, 1986, p.9).

E, por último, Shulman define o conhecimento curricular como a terceira categoria do conhecimento do conteúdo. O autor entende que o currículo é representado por

[...] uma gama completa de programas destinados ao ensino de temas particulares, uma variedade de materiais instrucionais disponíveis em relação a esses programas e o conjunto de características que fornece tanto indicações quanto contra-indicações para o uso de um currículo particular ou materiais do programa em uma circunstância particular. (SHULMAN, 1986, p.10)

Sendo assim, o conhecimento curricular seria o conhecimento dos materiais instrucionais e dos materiais alternativos para o ensino de um tópico específico. Além disso, Shulman diz que o conhecimento do currículo compreende dois outros aspectos, o conhecimento sobre o currículo horizontal e sobre o currículo vertical. O

currículo horizontal refere-se à habilidade dos professores em relacionar o conteúdo de uma determinada aula com tópicos ou questões discutidos em outras aulas. E o currículo vertical refere-se aos conteúdos, tópicos e questões que são e serão ensinados em uma mesma disciplina em diferentes momentos ao longo do curso.

No mesmo ano de 1986, devido ao movimento de profissionalização do ensino e às discussões sobre a atualização do estatuto profissional dos professores, Shulman e Sykes¹ (1986, apud TAMIR, 1988) listaram oito categorias para o conhecimento base para o ensino, referindo-se como “o corpo de compreensão e habilidades, de dispositivos e valores, de caráter e desempenho que juntos constituem a capacidade para ensinar”. São elas:

- I. Educação geral/liberal incluindo habilidades básicas de ler, matemática, escrever e raciocínio
- II. Conhecimento do conteúdo no domínio em que o professor irá atuar
- III. Conhecimento pedagógico do conteúdo específico
- IV. Conhecimento geral dos princípios e da prática pedagógica
- V. Conhecimento do currículo
- VI. Compreensão da diversidade dos alunos e das diferenças individuais
- VII. Habilidades de desempenho
- VIII. Fundamentos da profissão docente (incluindo história e política, filosofia e psicologia, fatores culturais e ética profissional)

Pode-se observar que os autores adotaram referenciar o PCK como conhecimento pedagógico do conteúdo específico, para ressaltar a especificidade do conteúdo.

Ainda influenciado pelo movimento de profissionalização do ensino, Shulman e seus colaboradores trabalharam no Projeto de Avaliação de Professores que lançou as bases para o Conselho Nacional de Padrões para o Ensino Profissional (NBPTS – *National Board for Professional Teaching Standards*). Sendo assim, em 1987, Shulman delineia as categorias de conhecimento que enraízam a compreensão necessária do professor para promover a compreensão entre os estudantes. O próprio autor afirma que já havia tentado listar esses conhecimentos em seus trabalhos anteriores, mas não de uma maneira consistente. Shulman considera sete tipos de conhecimentos básicos que um professor deve possuir (SHULMAN, 1987):

¹ SHULMAN, L. S.; SYKES, G. A national board for teaching? In **Search of a bold standard. A report for the task force on teaching as a profession**. New York: Carnegie Corporation, 1986.

- I. Conhecimento do conteúdo
- II. Conhecimento pedagógico geral
- III. Conhecimento curricular
- IV. Conhecimento pedagógico do conteúdo (PCK)
- V. Conhecimento dos aprendizes e suas características
- VI. Conhecimento do contexto educativo
- VII. Conhecimento dos fins, propósitos e valores educacionais e suas bases filosóficas e históricas

Observa-se que agora o PCK é considerado como um dos conhecimentos básicos necessários para a profissão de professor e não uma subcategoria do conhecimento do conteúdo como proposto por Shulman em 1986. O autor acredita que o conhecimento pedagógico e conhecimento do conteúdo não façam parte do PCK, mas sim que o PCK seja influenciado pela transformação desses conhecimentos base.

No mesmo sentido, Geddis e colaboradores (1993) concordam com essa definição e tentam ilustrar o papel do PCK, representado na figura 2.

Geddis e colaboradores afirmam que o PCK é um constructo útil para entender como os professores lidam com o problema de conversão do conhecimento do conteúdo em conhecimento do conteúdo ensinável.

No modelo de Shulman, o PCK compreende dois componentes: as estratégias instrucionais e as dificuldades de aprendizado do conteúdo dos alunos. O autor sugere que o professor utilize as estratégias instrucionais para fazer o conteúdo ser compreendido por seus alunos.

Na mesma linha, Geddis e colaboradores consideram que o PCK é composto por esses dois componentes, porém utilizam nomenclaturas diferentes: concepções alternativas dos estudantes para se referir às dificuldades de aprendizado dos alunos; e estratégias para modificar as concepções alternativas referindo-se às estratégias instrucionais. Além desses dois elementos, Geddis e colaboradores acrescentam as representações alternativas como um componente do PCK.

CONHECIMENTO PEDAGÓGICO DO CONTEÚDO

- Concepções alternativas dos estudantes
- Estratégias para modificar as concepções alternativas
- Representações Alternativas

Figura 2. Transformando o Conhecimento do Tema (GEDDIS et al., 1993, tradução nossa)

Além de definir sete tipos de conhecimentos básicos que um professor deve possuir, Shulman destaca o papel da experiência no desenvolvimento profissional do professor e propõe um modelo que busca representar o processo que ocorre durante a atuação docente. Esse modelo é denominado “Modelo de Raciocínio Pedagógico e Ação (MRPA)” que foi adaptado posteriormente por Salazar (2005) e está apresentado na figura 3.

Salazar (2005, p.6, tradução nossa), afirma que:

Este modelo supõe que a docência inicia desde que a pessoa pense como vai atuar em um processo educativo. Este modelo de caráter cíclico e dinâmico toma como ponto de partida a reflexão do ato docente, desde as intenções educativas, a estrutura conceitual e as ideias que circundam dentro e fora da disciplina que vai ensinar. (...) Estas compreensões permitem a transformação dos conteúdos disciplinares em formas representativas que permitem o seu ensino, sua avaliação, sua reflexão e novas compreensões para um futuro no qual se inicia um novo ciclo.

Sendo assim, tal modelo procura englobar os conhecimentos que o professor possui sobre o conteúdo e sobre as abordagens metodológicas que desenvolve sobre um determinado assunto. Em cada etapa, uma série de conhecimentos e habilidades é necessária.

Figura 3. Modelo de Raciocínio Pedagógico e Ação (MRPA) proposto por Shulman (1987) e adaptado de Salazar (2005) (tradução nossa)

- **Compreensão:** propõe a construção de um nível de compreensão mínimo sobre os propósitos e a forma como é estruturada determinada área do conhecimento e sobre as ideias relacionadas tanto com essa mesma área quanto com outras ideias de outras áreas.
- **Transformação:** refere-se às ideias que precisam ser transformadas para que elas possam ser ensinadas. Para que as transformações dos conhecimentos do conteúdo sejam possíveis, Shulman (1987) sugere a combinação de cinco diferentes subprocessos: (1) preparação e interpretação crítica, que pode ser analisada sob a ótica tanto dos critérios de seleção dos materiais didáticos quanto da própria avaliação de sua adequação ou não, aos objetivos, ao contexto e aos alunos; (2) representação das ideias na forma de analogias, ilustrações, metáforas, exemplos, experimentações, simulações, dramatizações, músicas, filmes, casos de ensino, demonstrações e demais formas de representar o assunto para os alunos; (3) seleção das estratégias de ensino, que diz respeito à utilização não apenas dos métodos tradicionais de ensino e aprendizagem, mas de estratégias alternativas de ensino, de organização e de gestão que possibilitem a exploração e a construção, individual e/ou coletiva, de novos conhecimentos por parte dos alunos; (4)

adaptação dessas representações para características gerais, que são todas as modificações possíveis de serem implementadas na prática pedagógica visando tornar o assunto acessível aos alunos, independentemente de quais sejam suas experiências ou concepções anteriores, níveis de conhecimento, interesses e habilidades; e (5) adaptações “conjuntas”, cujo desafio é não apenas levar em conta as características e particularidades de cada um dos alunos, mas analisá-las de forma coletiva e integrada, percebendo as diferentes individualidades que estruturam o perfil social daquele grupo.

- *Ensino*: está relacionada com a abordagem para determinado conteúdo, trabalhos em grupo, disciplina, formulação de perguntas, o ensino por investigação e outras formas observáveis de ensino em sala de aula.
- *Avaliação*: está relacionada a verificar a compreensão dos alunos durante o ensino interativo, avaliar a compreensão dos alunos ao finalizar as lições, avaliar o próprio desempenho e adaptarem-se às experiências.
- *Reflexão*: está relacionada à revisão, construção, representação e análise crítica tanto do desempenho próprio quanto do da classe. Schön (1983) ensina que essas reflexões têm como objetivo principal fazer uma revisão da prática pedagógica, comparando os objetivos iniciais com aqueles efetivamente obtidos, extraindo dessa análise elementos que orientem futuras situações de ensino e aprendizagem.
- *Novas Compreensões*: estão relacionadas à nova compreensão dos objetivos, da matéria, dos alunos, do ensino e de si mesmo e a consolidação de novas maneiras de compreender e aprender através da experiência. Esse processo de autoesclarecimento pode se desenvolver não somente com conhecimentos novos ou reestruturados, mas também com os antigos. Nesse sentido, diferentes autores têm defendido que nas reflexões sobre as práticas pedagógicas, os futuros professores podem identificar qual conhecimento pode ser utilizado para solucionar uma situação-problema específica (GROSSMAN; WILSON; SHULMAN, 1989; PARK; OLIVER, 2008).

Apesar do processo de raciocínio e ação pedagógica proposto por Shulman ser apresentado nessas seis etapas relatadas anteriormente, sua utilização nas práticas pedagógicas não será sequencial ou hierárquica. Ou seja, o início de um estágio não depende necessariamente do encerramento do outro (SALAZAR, 2005). Outro aspecto a destacar é que o caráter dinâmico, instável e imprevisível das práticas pedagógicas impossibilita sua organização e estruturação prévia, impondo aos futuros

professores o desafio de gerenciar essas questões simultaneamente para alcançar seus objetivos e a aprendizagem dos alunos (PARK; OLIVER 2008).

Após 25 anos da proposição do modelo de raciocínio pedagógico e ação, Shulman reflete sobre sua teoria e afirma:

[...] embora seja um modelo sobre raciocínio e ação, trata-se de 85% de raciocínio, 5% de ação e os outros 10% é totalmente obscuro [...] este trabalho é tão enfatizado nos professores como pensadores, como solucionadores de problemas, como os tomadores de decisão [...] e uma consequência deste trabalho é que ele é muito cognitivo [...] e nós temos que olhar juntamente para a ação e para o raciocínio (PCK SUMMIT, 2012, tradução nossa)

Shulman expressa que pensar no professor apenas como um profissional reflexivo não é suficiente. Apenas refletir sobre a prática não o torna um profissional especializado. Por outro lado, ensinar, ou seja, agir, é uma forma de mostrar as habilidades e seus conhecimentos sobre a prática de ensinar.

2.3.2 Modelo de Tamir

Tamir (1988) modificou as categorias sugeridas por Shulman e Sykes em 1986 e propôs um modelo de conhecimento de professores representado na figura 4.

Podem-se observar três diferenças entre as listas de Tamir (1988) e de Shulman e Sykes¹ (1986, apud TAMIR, 1988). Primeiramente, Tamir considera que há uma distinção entre Conhecimento Pedagógico Geral e o Conhecimento Pedagógico do Tema Específico. Para o autor, o Conhecimento Pedagógico Geral pode ser manipulado por especialistas da pedagogia geral, enquanto que o Conhecimento Pedagógico do Tema Específico deve ser manipulado por especialistas que são experientes em uma disciplina particular. Tamir subdivide cada uma dessas duas categorias em outras quatro: estudante, currículo, instrução e avaliação.

A segunda diferença, no modelo de Tamir, se refere à caracterização de habilidades e conhecimentos. Enquanto que os conhecimentos podem ser transmitidos de diversas formas, as habilidades só podem ser adquiridas diretamente através de experiências: conhecimento está relacionado ao “o que” e habilidade refere-se ao “como” (TAMIR, 1988).

A terceira diferença observada é a preferência pelo termo “tema” no modelo de Tamir ao invés do termo “conteúdo” utilizado no modelo de Shulman e Sykes, pois Tamir defende que o termo “conhecimento” já engloba tanto os componentes

substantivos, que correspondem ao conteúdo, quanto os componentes sintáticos, que correspondem ao processo de investigação.

1. EDUCAÇÃO LIBERAL/ GERAL
2. DESEMPENHO PESSOAL: Como eu estou, falo, ouço, movimento-me na sala de aula?
3. TEMA
3.1 Conhecimento: Ideias principais e teorias de uma disciplina específica
3.2 Habilidade: Como usar um microscópio
4. PEDAGÓGICO GERAL
4.1 Estudante
4.1.a Conhecimento: níveis de desenvolvimento de Piaget
4.1.b Habilidade: Como lidar com estudante hiperativo
4.2 Currículo
4.2.a Conhecimento: a natureza, estrutura e análise racional da Taxonomia de Bloom
4.2.b Habilidade: Como preparar uma unidade de aprendizado
4.3 Instrução (Ensino e Gestão)
4.3.a Conhecimento: Diferentes caminhos de se atribuir voz aos estudantes em uma discussão em classe
4.3.b Habilidade: Como formular uma questão de nível difícil
4.4 Avaliação
4.4.a Conhecimento: Diferentes tipos de provas
4.4.b Habilidade: Como elaborar um item de múltipla escolha
5. PEDAGÓGICO DO TEMA ESPECÍFICO
5.1 Estudante
5.1.a Conhecimento: Concepções específicas comuns e equívocos em um determinado tópico
5.1.b Habilidade: Como diagnosticar uma dificuldade conceitual de um estudante em um determinado tópico
5.2 Currículo
5.2.a Conhecimento: Os pré-requisitos das concepções necessárias para entender fotossíntese
5.2.b Habilidade: Como elaborar uma atividade investigativa de laboratório
5.3 Instrução (Ensino e Gestão)
5.3.a Conhecimento: Uma aula de laboratório consiste de três fases: pré-discussão; atividade; pós-discussão
5.3.b Habilidade: Como ensinar os estudantes a usar um microscópio
5.4 Avaliação
5.4.a Conhecimento: A natureza e a composição de um inventário de testes de avaliação prática
5.4.b Habilidade: Como avaliar as habilidades de manipulação em laboratório
6. FUNDAMENTOS DA PROFISSÃO DOCENTE

Figura 4. Quadro de Conhecimento de Professores (TAMIR, 1988, tradução nossa).

De qualquer forma, observa-se que o autor refere-se praticamente às mesmas categorias de Shulman e Sykes, porém com nomenclaturas e ordem diferentes. Uma comparação entre as categorias de Shulman e Sykes e as categorias de Tamir em relação aos conhecimentos pode ser identificada no quadro 2.

Quadro 2. Comparação entre as categorias de conhecimento propostas por Shulman e Sykes com as categorias propostas por Tamir

Categorias de Shulman e Sykes	Categorias de Tamir
I. Educação Liberal / Geral	1. Educação Liberal e Geral
II. Conhecimento do Conteúdo	3. Conhecimento do tema
III. Conhecimento pedagógico do conteúdo específico	5. Conhecimento pedagógico do tema específico
IV. Conhecimento de pedagogia geral	4. Conhecimento de pedagogia geral
VII. Habilidades de desempenho	2. Desempenho pessoal
VIII. Fundamentos da profissão docente	6. Fundamentos da profissão docente

Fonte: Elaborado pela autora

As categorias V (conhecimento do currículo) e VI (compreensão da diversidade dos alunos e das diferenças individuais) que aparecem na lista de Shulman e Sykes, descritas anteriormente, foram incluídas nas categorias 4 e 5 de Tamir, na forma de subcategorias.

Além disso, pode-se observar que a ordem das categorias revela um tipo de hierarquia, ou seja, de importância das categorias, por exemplo, Shulman e Sykes dá à sua categoria III mais importância ao conteúdo específico que o Tamir, já que esse coloca esse conhecimento na quinta posição.

2.3.3 Modelo de Grossman

Pamela Grossman, que foi orientada por Shulman no doutorado, considera o PCK como a transformação do conhecimento pedagógico, do contexto e do conteúdo específico, mas que cada conhecimento específico pode desenvolver outros domínios do conhecimento base.

Grossman propõe em 1990 um modelo de conhecimentos de professores, o qual é apresentado na figura 5. Nesse modelo, a autora considera que o conhecimento de professores é baseado em quatro componentes: conhecimento do tema (SMK – *Subject Matter Knowledge*); conhecimento pedagógico geral (PK – *General Pedagogical Knowledge*); conhecimento do contexto (CK – *Knowledge of Context*); e o conhecimento pedagógico do conteúdo (PCK – *Pedagogical Content Knowledge*).

Esse modelo pode ser considerado como o primeiro modelo sobre o PCK, pois Grossman foi a primeira pesquisadora que sistematizou os quatro componentes do PCK. Gess-Newsome (1999) considera esse modelo como sendo o mais compreensível sobre o PCK.

Figura 5. Modelo de Conhecimento de Professores (GROSSMAN, 1990, tradução nossa).

Observa-se que o PCK ocupa uma posição central no conhecimento dos professores e constitui-se dos seguintes conhecimentos: i) conhecimento das compreensões dos estudantes; ii) conhecimento do currículo; iii) conhecimento das estratégias instrucionais; e iv) concepções dos propósitos para ensinar um conteúdo específico. De acordo com esse modelo, o PCK é influenciado pelas concepções a respeito dos propósitos para ensinar um conteúdo específico.

Para Grossman, o PCK influencia e é influenciado pelas demais categorias de conhecimentos que, por sua vez, não interagem diretamente entre si, mas se fundem para constituir o amálgama entre o conteúdo específico e a pedagogia, originando o PCK do professor. A seguir, será analisada cada uma dessas categorias.

2.3.3.1 *Conhecimento do tema*

O conhecimento do tema (SMK) é apontado pela autora como uma categoria de conhecimento fundamental do professor. Em suas investigações, Grossman reforça o papel central desse conhecimento, na formação e no desenvolvimento profissional de professores por meio de uma variedade de pesquisas que buscam investigar as relações entre o SMK e as escolhas didáticas de professores. A falta ou deficiência do SMK exerce influência na seleção de conteúdos pelos professores e nas maneiras de abordá-los em sala de aula. Grossman, Wilson e Shulman (1989) verificaram que alguns professores tendem a ensinar com maior profundidade conteúdos que

possuem familiaridade em detrimento de conteúdos que não lhe são compreensíveis e, ainda, outros professores evitam ensinar conteúdos que não dominam.

O SMK, por sua vez, é composto por três componentes, conforme afirma a autora: “O conhecimento do tema inclui o conhecimento do conteúdo do tema de uma área, assim como do conhecimento das estruturas substantivas e sintáticas de uma disciplina” (GROSSMAN, 1990, p.6).

O conhecimento do conteúdo está diretamente relacionado com o tema a ser ensinado e é considerado um dos conhecimentos fundamentais para o sucesso da atuação docente (MARCON; GRAÇA; NASCIMENTO, 2013).

As estruturas sintáticas e substantivas já haviam sido definidas anteriormente no modelo de Shulman. Apenas em caráter de complementação, Grossman (1990) admite que as estruturas substantivas são: “[...] os paradigmas dentro de uma disciplina que afetam tanto como o campo é organizado e as questões que orientam mais o foco de investigação” (GROSSMAN, 1990, p.6, tradução nossa).

Por outro lado, a autora afirma que as estruturas sintáticas de uma disciplina “inclui a compreensão dos cânones de evidência e provas dentro da disciplina, ou como novos conhecimentos são avaliados por membros da disciplina [...]” (GROSSMAN, 1990, p.6, tradução nossa).

2.3.3.2 *Conhecimento pedagógico geral*

De acordo com Grossman (1990) o conhecimento pedagógico geral é:

“responsável por reunir um corpo de conhecimentos, crenças e habilidades gerais relacionadas ao ensino, dentre as quais se sobressaem os conhecimentos relativos aos alunos, ao currículo e à instrução, além de uma vertente adicional denominada gestão da sala de aula” (GROSSMAN, 1990, p.5-6, tradução nossa).

Sendo assim, de acordo com essa definição e com a Figura 5, o conhecimento pedagógico geral apresenta os seguintes componentes: i) alunos e aprendizagem, ii) gestão da sala de aula iii) currículo e instrução e iv) outros.

O componente *alunos e aprendizagem* refere-se aos conhecimentos e às crenças dos professores sobre os processos que provocam a aprendizagem dos alunos.

O componente *gestão de sala de aula* é apresentada por Grossman (1990, p.6, tradução nossa) como “[...] os conhecimentos e habilidades relativos à gestão de sala de aula [...]”. Ou seja, refere-se à maneira de como o professor organiza e administra os alunos e as atividades durante a aula.

O termo *currículo e instrução* refere-se ao conhecimento sobre os princípios gerais da instrução, tais como o tempo de aprendizagem dos alunos. Chama-se a atenção aqui para o fato que o termo currículo aparece como componente de duas categorias de conhecimentos do Modelo de Grossman: no conhecimento pedagógico geral, como “currículo e instrução”; e no PCK, como “conhecimento curricular”.

2.3.3.3 *Conhecimento pedagógico do conteúdo (PCK)*

Como dito anteriormente, Grossman subdividi o PCK em: i) conhecimento das compreensões dos estudantes; ii) conhecimento do currículo; iii) conhecimento das estratégias instrucionais; e iv) concepções dos propósitos para ensinar um conteúdo específico.

O conhecimento *dos propósitos para o ensino de um determinado conteúdo* se apoia nas concepções pessoais do professor a respeito de sua própria atuação docente, em que esse estabelece prioridades sobre o que e por que ensinar. Nesse conhecimento, manifestam-se os valores pessoais e ideológicos atribuídos à prática de ensino e, portanto, tem caráter avaliativo, comparativo e de juízo diante da seleção de conteúdos e estratégias que um professor considera importantes para o ensino.

O *conhecimento da compreensão dos estudantes* diz respeito às características, concepções alternativas e dificuldades de aprendizagem dos estudantes.

O *conhecimento do currículo* contempla o conhecimento de materiais curriculares disponíveis para ensinar um assunto particular, assim como sobre o currículo horizontal e vertical para o assunto. Refere-se, ainda, aos meios empregados pelo professor para gerir o conteúdo a ser ensinado, organizando-o e preparando-o de acordo com as particularidades do contexto de ensino e aprendizagem, tais como diferentes níveis de ensino.

E, por fim, o *conhecimento das estratégias instrucionais* compreende a forma como um professor representa o conteúdo, seu repertório de exemplos, demonstrações, experimentos, metáforas, analogias e atividades que tornam o conteúdo mais acessível ao estudante. Relaciona-se ao “quando” determinado conteúdo é mais apropriado e ao “como” fazer com que o aluno compreenda determinado tópico.

2.3.3.4 Conhecimento do contexto

O conhecimento do contexto envolve aspectos sociais, aspectos políticos, culturais e organizacionais do ambiente da sala de aula. Grossman define como a “[...] compreensão do contexto particular em que ensinam para adaptar seus conhecimentos mais gerais às características específicas da escola e individuais dos estudantes (GROSSMAN, 1990, p. 9)”. Essa categoria é constituída por quatro componentes: i) estudantes; ii) comunidade; iii) distrito e iv) escola.

O componente *estudantes*, conforme é possível verificar na figura 5, interage diretamente com os demais componentes dessa categoria de conhecimento, o que permite inferir que ele possui uma importância hierárquica superior dentro do conhecimento do contexto. Esse conhecimento refere-se ao nível de escolaridade e aprofundamento dos alunos nas diversas disciplinas, suas características sociais, culturais, psicológicas, individuais, como, por exemplo, os seus interesses relativos às suas vidas pessoais, escolares e profissionais, seus pontos fortes e as suas principais limitações.

O componente *comunidade* refere-se às características sociais e culturais da comunidade na qual o aluno e a escola estão inseridos ou são provenientes. Inclui-se o conhecimento sobre as famílias dos alunos, os interesses, pontos fortes e limitações que podem ser reconhecidos nessas comunidades.

O componente *distrito* é o “[...] conhecimento do distrito no qual os professores trabalham, incluindo as oportunidades e as restrições impostas pelo distrito [...]” (Grossman, 1990, p.9). Este componente pode ser interpretado como o governo local que influencia diretamente a escola na qual o professor está inserido.

O componente *escola* inclui o conhecimento sobre a “cultura” da escola, as diretrizes e as regras para o seu funcionamento, sua organização administrativa e pedagógica e outros fatores que possam afetar a prática do professor.

Percebe-se que o conhecimento do contexto provém do contato, da experiência e da relação direta com os papéis e as responsabilidades que necessitarão assumir, com a realidade da escola, suas tarefas e suas normas e, também, com as dinâmicas inerentes a interação dos alunos, professores, coordenadores, diretores, funcionários ou pais de alunos. Isso significa que, quanto maior for a proximidade e o conhecimento do contexto, os professores terão mais elementos tanto para planejar e gerir suas práticas pedagógicas quanto para alcançar objetivos distintos (MARCON; GRAÇA; NASCIMENTO, 2011).

A partir desses conhecimentos, o professor poderá avaliar as limitações e potencialidades do contexto, considerando os recursos disponíveis e as circunstâncias que definem esse contexto. Deste conhecimento emergem os elementos que o professor necessita para contextualizar e adaptar seu conteúdo, de maneira a avaliar a adequação de determinadas analogias, metáforas e exemplos que sejam acessíveis e relevantes para um grupo específico de estudantes.

2.3.4 Modelo de Koballa, Gräber, Coleman e Kemp

Koballa e colaboradores (1999) realizaram um estudo para investigar as concepções de futuros professores de química sobre o conhecimento necessário para ensinar química. A partir das categorias resultantes da análise das entrevistas dos participantes envolvidos no estudo, os autores construíram um quadro de conhecimentos necessários para se ensinar química, representado na figura 6.

Figura 6. Concepções de professores em potencial da base de conhecimentos para o Ensino de Química (KOBALLA et al., 1999, tradução nossa)

Os autores conceberam quatro categorias distintas para o conhecimento base para ensinar química:

- I. Conhecimento de química universitário
- II. Conhecimento de química do nível médio
- III. Conhecimento multidimensional
- IV. Conhecimento multidimensional orientado ao aluno

O conhecimento de química universitário e o conhecimento de química do nível médio referem-se às diferenças da natureza dos conhecimentos necessários para ensinar química em contextos diferentes. Ou seja, determinados professores acham que, para ser um bom professor de química, é necessário ter todo conhecimento da química que se aprende nas universidades, enquanto outros consideram suficiente o conhecimento da química visto durante o Ensino Médio.

No conhecimento multidimensional incluem-se os conhecimentos dos alunos e do currículo. Estes conhecimentos assemelham-se aos conhecimentos de pedagogia geral denominados por Shulman.

O conhecimento multidimensional orientado refere-se aos conhecimentos base para o ensino e está associado às ideias prévias dos alunos, concepções alternativas, entre outras.

Pode-se perceber que o PCK não aparece nesse modelo. Os próprios autores consideram que este modelo pode não estar completo. Segundo eles, a ausência do conhecimento pedagógico do conteúdo no modelo proposto pode ser atribuída à falta de experiência docente dos entrevistados.

Apesar de não ser possível a visualização direta do PCK neste modelo, pode-se inferir que o PCK seria um conhecimento que englobaria essas quatro concepções, ou seja, o conhecimento multidimensional é um dos componentes do PCK (Kind, 2009b).

2.3.5 Modelo de Morine-Dershimer e Kent

Morine-Dershimer e Kent (1999) apresentam um modelo bastante amplo para os diversos conhecimentos de professores e suas respectivas relações (figura 7). Este modelo engloba as diferentes categorias do conhecimento de base propostas por Shulman e destacam o papel e o lugar que o conhecimento pedagógico geral ocupa na relação desses conhecimentos. Sendo assim, os conhecimentos que contribuem ao PCK são: i) conhecimento do currículo; ii) conhecimento do conteúdo; iii) conhecimento dos contextos específicos; iv) conhecimento pedagógico; v) conhecimento dos propósitos, dos objetivos e da avaliação; e vi) conhecimento dos aprendizes e da aprendizagem.

Em seu modelo, Morine-Dershimer e Kent (1999), destacam as particularidades do conhecimento pedagógico geral. Esse conhecimento é influenciado principalmente por três áreas: i) organização e gestão de sala de aula; ii) modelos e estratégias de

ensino e iii) comunicação e discurso em sala de aula. Além disso, observa-se uma relação entre o conhecimento pedagógico geral e o conhecimento pedagógico pessoal que, só ocorre através de uma reflexão. Esse processo reflexivo resulta no conhecimento pedagógico do contexto específico, que auxilia as decisões e ações dos professores.

Existem três pontos importantes a se considerar no modelo de Morine-Dershimer e Kent (1999). Primeiro, os autores consideram que o conhecimento dos propósitos e objetivos é inseparável do conhecimento da avaliação. Segundo, o conhecimento do currículo é influenciado tanto pelo conhecimento do conteúdo quanto pelo conhecimento dos propósitos e objetivos. E, por último, a categoria de conhecimento dos contextos educativos gerais é definida como uma subcategoria do conhecimento dos contextos específicos.

Figura 7. Modelo de Conhecimentos de Morine-Dershimer e Kent (1999, tradução nossa)

Nesse modelo destaca-se o papel do conhecimento pedagógico dentro do conhecimento pedagógico do conteúdo. Os autores afirmam que, ao destacar esses conhecimentos durante uma aula, ou até mesmo ao longo de uma reflexão sobre a prática, os professores fornecem subsídios para uma melhor compreensão do desenvolvimento do PCK.

2.3.6 Modelo de Carlsen

Carlsen, também aluno de doutorado de Shulman, reformulou o modelo de conhecimento dos professores baseando-se em cinco domínios de conhecimento:

- I. Conhecimento sobre contexto educacional geral: incluindo nação, estado, comunidade e escolas
- II. Conhecimento sobre o contexto educacional específico: incluindo a sala de aula e os alunos a serem ensinados
- III. Conhecimento pedagógico geral
- IV. Conhecimento do tema
- V. Conhecimento pedagógico do conteúdo

Figura 8. Domínios do Conhecimento do Professor (CARLSEN, 1999, tradução nossa)

De acordo com a figura 8, observa-se uma reformulação dos domínios anteriormente publicados. Um fato relevante neste modelo é a importância dada para o contexto e sua relação única com os vários domínios do conhecimento.

Notam-se algumas diferenciações em relação ao modelo de Grossman (1990). Em primeiro lugar, o conhecimento do tema apresenta uma categoria relacionada ao conhecimento da natureza da ciência e da tecnologia. Em segundo lugar, apesar de Carlsen (1999) manter as concepções de Schwab sobre estruturas substantivas e estruturas sintáticas, também presentes no modelo de Grossman, o autor enfatiza a

importância de expandir as funcionalidades dessas estruturas tanto na pesquisa quanto na formulação de políticas. Em terceiro lugar, no conhecimento pedagógico do conteúdo, Carlsen mantém os mesmos elementos de Grossman, entretanto, uma diferença significativa é o fato dos propósitos para o ensino de ciências estarem no mesmo nível dos demais componentes do PCK, ou seja, não há uma relação hierárquica entre esses. Além disso, dentro das estratégias instrucionais de tópicos específicos, o autor inclui o conhecimento que os professores de ciências têm ao recorrer sobre a escolha e utilização de modelos, gerenciando o discurso em sala de aula e as atividades de laboratório.

2.3.7 Modelo de Barnett e Hodson

Barnett e Hodson (2001) propõem um modelo de conhecimento de professores chamado de “conhecimento pedagógico do contexto” (*pedagogical context knowledge*) (figura 9).

Figura 9. Conhecimento Pedagógico do Contexto (BARNETT; HODSON, 2001, tradução nossa)

Para os autores, o conhecimento pedagógico do contexto envolve saber algo relacionado a dois componentes da “paisagem do conhecimento”. A utilização metafórica do termo “paisagem” foi denominada pela primeira vez por Clandinin e

Connelly's, referindo-se à percepção sobre a vida profissional dos professores. Os autores afirmavam que os professores vivem em dois importantes lugares, porém separados: a sala de aula isolada e a sala comum dos funcionários (BARNETT; HODSON, 2001).

Para Barnett e Hodson (2001) existem duas paisagens do conhecimento: paisagem do conhecimento social, que se refere a todo o conhecimento relevante para o funcionamento efetivo de uma sociedade e a paisagem do conhecimento educacional, que diz respeito ao conhecimento sobre questões educacionais. Segundo os autores, quando o professor explora essas paisagens, ele aprende a identificar diferentes pontos de vista e é capaz de explorá-los de forma hábil e completa. Ou seja, no momento em que seu conhecimento sobre as paisagens aumenta, seus conhecimentos também aumentam, estabelecendo uma relação direta entre a exploração e a reflexão crítica (BARNETT; HODSON, 2001).

Barnett e Hodson (2001) afirmam que seu modelo proporciona um modo simples e efetivo de examinar as visões dos professores e extrair seus conhecimentos durante sua prática ou, simplesmente, durante um relato sobre seu ensino.

Este modelo inclui quatro tipos de conhecimento: i) conhecimento acadêmico e de pesquisa; ii) conhecimento pedagógico do conteúdo; e iii) conhecimento profissional e iv) conhecimento de sala de aula. Todos esses conhecimentos sobrepõem-se e interagem entre si.

O conhecimento acadêmico e de pesquisa refere-se ao conhecimento do conteúdo de ciências como, por exemplo, fatos, conceitos e teorias científicas; o conhecimento sobre ciências naturais, tais como questões históricas, filosóficas e sociológicas da ciência, as relações entre a ciência, tecnologia, sociedade e ambiente; e, também, o conhecimento sobre como e por que os alunos aprendem.

O conhecimento profissional refere-se ao saber ensinar através de uma reflexão inconsciente sobre a experiência, incluindo o conhecimento profissional da educação.

O conhecimento da sala de aula abarca o conhecimento que os professores têm sobre cada uma de suas salas de aula e os alunos que as compõem, sendo um conhecimento específico de cada professor.

O conhecimento pedagógico do conteúdo refere-se ao saber como organizar os objetivos de ensino, ou seja, saber organizar uma sequência de aulas, conduzir as aulas e saber o momento certo e como introduzir novos tópicos.

Barnett e Hodson (2001) dizem que a linha entre a paisagem do conhecimento educacional e a paisagem do conhecimento social não representa uma separação

completa entre essas duas paisagens, os autores querem explicitar que os conhecimentos se originam em lugares diferentes.

2.3.8 Modelo de Banks, Leach e Moon

Banks, Leach e Moon (2005) propõem um modelo para o conhecimento profissional dos professores (figura 10) baseado na relação entre o conhecimento do conteúdo, o conhecimento escolar e o conhecimento pedagógico.

O conhecimento do conteúdo refere-se ao mesmo termo do modelo de Shulman. O conhecimento escolar surge como um novo componente, ele descreve como o conhecimento do conteúdo é adaptado para o uso na escola. O conhecimento escolar é visto como a transposição do conhecimento do conteúdo (BANKS; LEACH; MOON, 2005). Este conhecimento está inserido no conhecimento do currículo do modelo de Shulman. O conhecimento pedagógico é um conjunto de crenças e práticas que informam o ensino e a aprendizagem.

Figura 10. Conhecimento profissional de professores (BANKS; LEACH; MOON, 2005, tradução nossa)

No centro desses três conhecimentos encontra-se a construção do conteúdo pessoal do professor, que compreende experiências de aprendizagem, uma visão pessoal do que constitui o “bom ensino” e as crenças sobre os propósitos do conteúdo. Esse conhecimento serve de base para qualquer professor como, por

exemplo, um futuro professor precisa questionar suas crenças pessoais sobre determinado conteúdo, como ele trabalha fora do contexto de uma sala de aula (BANKS; LEACH; MOON, 2005).

O modelo de Banks, Leach e Moon (2005) defende o uso da transposição, afirmando que a transposição do conhecimento é um processo contínuo.

2.3.9 Modelo de Hashweh

Hashweh também foi orientado por Shulman e concentrou suas pesquisas na área de Biologia. Hashweh (2005) define o conhecimento pedagógico do conteúdo como uma categoria própria. O autor propõe um novo conceito para o PCK: construções pedagógicas dos professores (TPCs – teacher pedagogical construction). O termo construções foi utilizado para indicar a conceituação do PCK como um conjunto de entidades e não como uma unidade inteira. Estas unidades são as construções intelectuais e profissionais do professor. As construções pedagógicas são o resultado da interação entre diferentes categorias de conhecimento e crença de professores. Sendo assim, a qualidade do PCK não resulta do conhecimento profundo de uma única categoria de conhecimento, ou seja, o conhecimento do assunto por si só não conduz à qualidade do PCK.

Hashweh (2005) propôs um novo modelo, representado na figura 11, que descreve as inter-relações entre o PCK e as outras categorias de conhecimentos e crenças de professores. Além disso, o modelo serve para explicar a natureza e o desenvolvimento do PCK.

O autor denomina seu modelo como um modelo hipotético de conhecimento e crenças de professores de ciências. Ele o denomina assim, pois o modelo é, em parte, especulativo. Este modelo surgiu de um estudo de PCK de três professores de biologia e três professores de física. A princípio não se tinha como objetivo descrever uma gama completa de conhecimentos e crenças dos professores.

As linhas contidas no modelo representam as possíveis interações entre as diferentes categorias de conhecimento e a relação dialética entre as TPCs (construções pedagógicas dos professores) e as diferentes categorias de conhecimento. O autor considera todos os componentes como uma subcategoria do PCK e não como conhecimentos distintos.

Figura 11. Modelo de conhecimentos e crenças de professores (HASHWEH, 2005, tradução nossa)

2.3.10 Modelo da Cúpula do PCK

Este modelo foi resultado da conferência realizada em 2012. Essa conferência, como descrito anteriormente, teve como produto final tanto um consenso a respeito da definição do PCK quanto um modelo consensual representado na figura 12.

Da mesma forma que se realizou para chegar a um consenso sobre a definição de PCK, os pesquisadores se basearam nos modelos normalmente utilizados pelos grupos de pesquisas.

Como se observa na figura 12, os pesquisadores definem cinco conhecimentos base para a profissão de professores: i) conhecimento da avaliação; ii) conhecimento pedagógico; iii) conhecimento do conteúdo; iv) conhecimento dos alunos; e v) conhecimento curricular. Esses cinco conhecimentos influenciam e são influenciados pelo conhecimento específico de um determinado tópico. Esse conhecimento específico inclui conhecer as estratégias instrucionais, conhecer as representações do conteúdo, conhecer a compreensão dos alunos e conhecer as práticas científicas e os

modos de pensar. Os pesquisadores idealizadores desse modelo afirmam que o conhecimento específico de um assunto pode ser identificado e medido (PCK SUMMIT, 2012).

Esse conhecimento específico passa por um filtro, que são as crenças dos professores, o contexto no qual ele está inserido e os propósitos para o ensino, posteriormente, o conhecimento específico será transformado e adaptado para a sala de aula. Observa-se que é na prática da sala de aula que o PCK se manifesta, sendo que, esta prática influencia e é influenciada tanto pelo conhecimento de um conteúdo específico quanto pelo conhecimento do currículo. A prática da sala de aula envolve o conhecimento do currículo, das estratégias instrucionais, da gestão da sala de aula, como, por exemplo, controle do tempo e da gestão da sala.

Figura 12. Modelo proveniente das discussões da Cúpula do PCK (PCK SUMMIT, 2012, tradução nossa)

Após a transformação, o conhecimento específico passa pelos filtros dos alunos, que compreendem as crenças dos alunos, seus comportamentos e suas prioridades de conhecimento. E, depois, o conhecimento específico pode ser avaliado através dos resultados dos alunos.

Os resultados dos alunos, por sua vez, influenciam tanto a prática em sala de aula, quanto o conhecimento de um conteúdo específico e, até mesmo, o conhecimento curricular.

É através dessa relação, onde a prática de sala de aula é influenciada e influencia os demais conhecimentos que se observa que o modelo é construído com base na ação, ou seja, o professor é um agente reflexivo que reflete sobre sua prática e a reavalia com o objetivo de alcançar resultados melhores com seus alunos.

O modelo da cúpula do PCK busca ser o mais abrangente que os demais citados até aqui, de maneira que é possível reconhecer elementos de outros modelos englobados nele, como o modelo de Raciocínio Pedagógico e Ação de Shulman, o modelo de Grossman e o modelo de Magnusson e colaboradores.

Até este momento, foram apresentados os dez modelos de conhecimentos base para a formação do professor que incluem o conhecimento pedagógico do conteúdo. A seguir, são apresentados os oito modelos especificamente sobre o PCK.

2.4 MODELOS PARA O CONHECIMENTO PEDAGÓGICO DO CONTEÚDO

2.4.1 Modelo de Marks

Marks, outro aluno de doutorado de Shulman, também considera o PCK como um dos conhecimentos necessários para o professor. A partir de uma descrição do conhecimento pedagógico do conteúdo para o Ensino de Matemática, o autor propõe modificações sobre os componentes do PCK. Em seu modelo, representado na figura 13, além de manter os componentes iniciais propostos por Shulman, o autor acrescenta outros.

Figura 13. Estrutura do PCK para o Ensino de Matemática (MARKS, 1990, tradução nossa).

Segundo este autor o conhecimento pedagógico do conteúdo é constituído de quatro componentes: i) compreensão dos alunos; ii) instruções para mediação da informação; iii) processos instrucionais; e iv) conhecimento do tema. Observa-se que o SMK ocupa uma posição central nesse modelo e todos os componentes estão relacionados entre si.

A primeira diferença observada é que o autor considera que o conhecimento do tema (SMK) é um componente que faz parte do PCK, enquanto que no modelo de Grossman e Shulman esse conhecimento é considerado um componente individual do corpo de conhecimentos básicos para o professor.

Marks também considera o conhecimento do currículo, assim como Grossman, entretanto, este conhecimento está dentro do conhecimento dos processos instrucionais. Além disso, o autor acredita que as orientações já estão incluídas no próprio SMK, por isso não se faz referência a esse como um componente distinto.

No modelo de Marks (1990) observa-se um componente diferente dos modelos anteriores: a instrução para mediação de informação. Essa categoria inclui os conhecimentos necessários que o professor deve ter para a utilização de materiais

com o intuito de propagar a informação, ou seja, o professor deve saber avaliar um determinado material e reconhecer quais as relações existentes desse material com os alunos e com o contexto.

2.4.2 Modelo de Cochran, De Ruiter e King

O modelo proposto por Cochran, De Ruiter e King (1993) dá ênfase no saber do professor sobre a aprendizagem dos seus alunos e o contexto ambiental em que o aprendizado e o ensino ocorrem.

Os autores afirmam ter modificado o modelo inicial do PCK com base em uma visão mais construtivista. Eles retiram as estratégias instrucionais do modelo original de Shulman e adicionam o conhecimento da pedagogia. Além disso, consideram o termo conhecimento muito estático e inconsistente com essa visão. Desta forma, ao invés de utilizarem o termo conhecimento (*knowledge*) utilizam o termo conhecendo (*knowing*). Em português não cabe a tradução literal – conhecendo pedagógico do conteúdo. Para manter a ideia proposta de ação, termo foi traduzido para conhecimento pedagógico do conteúdo em ação.

Em seu modelo (figura 14), os autores definem o conhecimento pedagógico do conteúdo em ação (PCKg - *pedagogical content knowing*) como a integração de quatro componentes:

- I. Conhecimento da pedagogia
- II. Conhecimento do tema
- III. Conhecimento do contexto ambiental
- IV. Conhecimento dos alunos

De acordo com o modelo, observa-se que os autores consideram o conhecimento do tema como parte do PCK.

Os círculos em expansão representam as mudanças na compreensão dos professores em cada um dos componentes. As setas escuras e a expansão do núcleo indicam o crescimento do conhecimento pedagógico do conteúdo em ação. As interseções dos círculos representam a integração simultânea dos quatro componentes. Esse processo de integração resulta em uma mudança conceitual e em uma integração conceitual que resultam no PCKg. Este, por sua vez, é diferente dos outros tipos de conhecimento do qual ele foi criado.

Figura 14. Modelo de Desenvolvimento do Conhecimento Pedagógico do Conteúdo em ação (PCKg) como uma estrutura para preparação de professores (COCHRAN et al., 1993, tradução nossa)

2.4.3 Modelo de Fernandez-Balboa e Stiehl

Fernández-Balboa e Stiehl (1995) também consideram o PCK como um dos conhecimentos necessários para o professor e, da mesma forma que Marks, mantém a proposta inicial de Shulman, acrescentando outros componentes em seu modelo. Para eles, o conhecimento pedagógico do conteúdo é constituído de cinco componentes:

- I. Conhecimento do tema
- II. Conhecimento sobre os alunos
- III. Conhecimento sobre estratégias instrucionais
- IV. Conhecimento sobre o contexto
- V. Conhecimento sobre as propostas de ensino

Os autores propõem um modelo (figura 15 e figura 16) no qual também consideraram que o o conhecimento do tema é um componente integrante do PCK. O que diferencia o modelo de Fernandez-Balboa e Stiehl em relação ao modelo de

Marks é o retorno das ideias de orientações para o ensino e o acréscimo do conhecimento do contexto como mais um componente do PCK. Por outro lado, Fernández-Balboa e Stiehl não incluem o conhecimento do currículo.

- I- Conhecimento do tema
 - A. Importância do conteúdo
 - B. Evolução do tema
- II- Conhecimento sobre os alunos
 - A. Conhecendo o estudante como pessoa (indivíduo)
 - a. Propostas
 - 1. Entender de onde e quem eles são
 - b. Formas de conseguir informações sobre os estudantes:
 - 1. Cartas de recomendação
 - 2. Pesquisar sobre o passado dos alunos
 - 3. Autobiografias
 - 4. Conversas no escritório
 - B. Observando os estudantes como aprendizes
 - a. Estudar suas expressões faciais
 - b. Observar sua linguagem corporal
 - c. Efetuar perguntas/ questionamentos
 - C. Utilizar o conhecimento dos alunos para obter diferentes tipos de instruções
- III- Conhecimentos sobre estratégias instrucionais
 - A. Criando um ambiente de aprendizado
 - a. Divertido e excitante
 - b. Confortável e seguro
 - c. Ativo
 - d. Reflexivo e de vontade de aprendizagem
 - B. Usando diferentes estratégias de entrega
 - a. Palestras
 - 1. Usando boas habilidades de comunicação
 - 2. Utilizando lousa
 - 3. Utilizando anotações
 - 4. Utilizando mídias
 - C. Criando conexões entre os estudantes, as matérias, e o mundo real
 - a. Interagindo com o conhecimento prévio do aluno
 - b. Conectando com o assunto
 - c. Convergindo entre a matéria e o contexto, onde é
 - 1. Aplicado utilizando exemplos de suas vidas
 - 2. Usando exemplos que possam interagir (conectar) com a vida dos alunos
 - 3. Representando a matéria através de metáforas e analogias
 - d. Criando “conexão” entre os exemplos supracitados
 - D. Ensinando primeiramente a terminologia
 - E. Questionando
 - a. Para apresentar o material como uma questão
 - b. Fazer com que os estudantes tentem pensar sobre o assunto estudado
 - c. Ensinando habilidades de pensar em como abordar o problema
 - d. Revisar
 - F. Modelagem
 - G. Papel nas interações
 - a. Envolver os alunos nas atividades de elaboração
 - b. Os alunos participam das atividades

Figura 15. Componentes do Conhecimento Pedagógico do Conteúdo genérico de professores parte 1 (FERNANDEZ-BALBOA; STIEHL, 1995, tradução nossa).

- H. Implementar alternativas instrutivas e estratégias motivacionais
 - a. Estratégias instrucionais
 - 1. Apenas repetir o conceito
 - 2. Parafrasear
 - 3. Resumir
 - 4. Começar de novo, passo a passo
 - 5. Reavaliar as suposições sobre o conhecimento prévio dos alunos
 - b. Estratégias motivacionais
 - 1. Criar um ambiente motivador
 - a. Começar com um tipo de atividade animada
 - b. Motivá-los para que aprendam por si próprios
 - c. Estabelecer altas expectativas
 - d. Mudar o foco dependendo da importância do tópico
 - 2. Estabelecer motivação uma vez que ela tenha acabado
 - a. Chamar um convidado
 - b. Explanar por meio de palestra
 - c. Usar humor
 - d. Marcar um exame (prova)
 - e. Fazer uma pausa
- I. Atribuindo tarefas para os estudantes em sala de aula
 - a. Ter certeza de que todos os alunos estão envolvidos (e se envolvendo entre si)
 - b. Assegurar que os alunos aprendam o tópico
- J. Organizando os alunos em grupos
 - a. Motivos para utilizar estratégias de trabalho em grupo
 - 1. Atingir todos os alunos
 - 2. Para conseguir aprendizado em conjunto
 - b. Alguns cuidados
 - 1. Um bom líder em cada grupo
 - 2. Mudar as formas de adesão aos grupos
 - 3. Assegurar que todos os membros do grupo façam a sua parte
 - 4. Permitir que os alunos participem dos eventos da classe
- K. Atribuindo tarefas para serem efetuadas fora da sala de aula
 - a. Atividades de pesquisa (até em cidades diferentes)
 - b. Pesquisa de campo
 - c. Competições
 - d. Estágios
 - e. Trabalhos escritos
 - f. Comparecer a espetáculos (espetáculos de música nesse caso)
- IV- Conhecimento sobre o contexto de ensino
 - A. Barreiras
 - a. Classes grandes e com muitos alunos
 - b. Falta de suporte da administração
 - c. Limitação de tempo
 - d. Falta de recursos adequados
 - e. Alunos com atitudes inadequadas
 - f. Metas de promoção
- V- Conhecimento sobre as propostas de ensino
 - A. Convencer o aluno sobre a importância do tópico abordado
 - a. A matéria é amplamente aplicável
 - b. O assunto abordado é significativo e relevante para a vida do aluno
 - c. O objeto da matéria é real
 - B. Melhorar a vida do aluno
 - a. Ser bom no que faz
 - b. Ser capaz de resolver problemas
 - c. Ser capaz de pensar criticamente
 - d. Participar ativamente e eticamente na sociedade
 - e. Aproveitar melhor a vida
 - f. Ser independente e aprender sempre

Figura 16. Componentes do Conhecimento Pedagógico do Conteúdo genérico de professores parte 2 (FERNANDEZ-BALBOA; STIEHL, 1995, tradução nossa).

2.4.4 Modelo de Geddis e Wood

Geddis e Wood (1997) constroem um modelo de PCK como uma categoria mais ampla em relação aos conhecimentos envolvidos na transformação pedagógica do assunto (figura 17). Os autores adaptam o modelo proposto por Shulman e, para eles, o PCK é constituído por cinco tipos de conhecimento:

- I. Conhecimento prévio dos alunos (concepções alternativas, equívocos)
- II. Representações do tema (exemplos, metáforas, ilustrações, simulações)
- III. Estratégias instrucionais
- IV. Materiais curriculares
- V. Saliência curricular

Figura 17. Ensino como uma transformação do conhecimento do assunto (GEDDIS; WOOD, 1997, tradução nossa)

Esses conhecimentos envolvem uma transformação pedagógica do tema. Ou seja, para que o professor consiga transformar seu conhecimento individual para uma forma acessível para seus alunos.

Um destaque deste modelo é a inclusão da categoria Saliência Curricular como um dos componentes do PCK. Essa categoria vai além do conhecimento curricular, abrangendo, também, a ênfase adotada por um professor experiente em relação a um assunto do currículo tendo em vista o dilema de abranger todo o currículo versus aprofundar um dado tema.

2.4.5 Modelo de Magnusson, Krajcik e Borko

Um dos modelos predominantemente utilizados no ensino de ciências é o de Magnusson, Krajcik e Borko (1999), apresentado na figura 18. Este modelo se baseia no modelo de Grossman e define o PCK a partir de cinco componentes: i) orientações para o ensino de ciências; ii) conhecimento do currículo; iii) conhecimento da avaliação; iv) conhecimento sobre os alunos; e v) conhecimento das estratégias instrucionais.

Figura 18. Componentes do conhecimento pedagógico do conteúdo para o ensino de ciências (MAGNUSSON; KRAJCIK; BORKO, 1999, tradução nossa)

O termo “orientações” foi introduzido por Anderson e Smith que, a princípio, descreveram quatro diferentes orientações para o ensino de ciências, mais tarde ampliadas para nove no modelo de Magnusson e colaboradores (FRIEDRICHSEN; VAN DRIEL; ABELL, 2010).

As nove possíveis orientações para o ensino de ciências de acordo com Magnusson, Krajcik e Borko (1999) são: processo; rigor acadêmico; didática; mudança conceitual; atividade dirigida; descoberta; projeto baseado em ciências; investigação; e investigação orientada. Essas orientações são geralmente organizadas de acordo com a ênfase dada na instrução de um professor. Cada orientação é definida e diferenciada

de acordo com os objetivos para o ensino de ciências e as características típicas da instrução que deverá ser conduzida pelo professor.

Os objetivos e as características das diferentes orientações para o ensino de ciências propostas por esses autores são apresentados nos quadro 3 e quadro 4, respectivamente.

Quadro 3. Os objetivos das diferentes orientações para o ensino de ciências

Orientação	Objetivos para o Ensino de Ciências
Processo	Ajudar os estudantes a desenvolver as “habilidades para o processo da ciência”.
Rigor Acadêmico	Representar um determinado corpo de conhecimento (ex. química).
Didática	Transmitir os fatos da ciência.
Mudança Conceitual	Facilitar o desenvolvimento do conhecimento científico através do confronto dos estudantes com contextos explicativos que desafiam suas concepções ingênuas.
Atividade Dirigida	Permitir que os estudantes sejam ativos com o uso de materiais, experimentos do tipo “mão-na-massa”.
Descoberta	Fornecer oportunidades aos estudantes para que descubram sozinhos alguns conceitos científicos alvo.
Ciência baseada em Projetos	Envolver os estudantes na investigação de soluções para problemas reais.
Investigação	Representar a ciência como uma pesquisa, investigação.
Investigação Orientada	Constituir uma comunidade de aprendizes, cujos membros partilham a responsabilidade de compreender o mundo físico, especialmente no que diz respeito ao uso das ferramentas da ciência.

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

Abell (2007) acredita que a inclusão das orientações no modelo do PCK é problemática, pois uma orientação apresenta uma visão generalizada do ensino de ciências, normalmente estudada como uma interação entre conhecimento, valores e crenças e não restrita a tópicos específicos do conhecimento. Além disso, a autora considera o termo orientações um conceito confuso. Da mesma forma, Friedrichsen, Van Driel e Abell (2010), após uma análise de documentos, concluem que na maioria dos artigos publicados não é explícita a relação entre as orientações e os outros componentes do PCK, e isso se deve à grande complexidade inerente aos modelos do PCK.

Quadro 4. A natureza da instrução associada com diferentes orientações para o ensino de ciências

Orientação	Características das Instruções
Processo	Professor apresenta aos alunos o processo de raciocínio empregado pelos cientistas para adquirir novos conhecimentos. Os alunos participam em atividades que desenvolvem o processo de pensamento e habilidades de pensamento integradas.
Rigor Acadêmico	Os alunos são desafiados com problemas e atividades difíceis. Trabalhos de laboratório e demonstrações são utilizados para verificar os conceitos científicos demonstrando a relação entre determinados conceitos e fenômenos.
Didática	O professor apresenta a informação, geralmente através de exposição ou discussão, e as perguntas direcionadas aos alunos têm o propósito de fornecer um suporte justificável para o conhecimento dos fatos produzidos pela ciência.
Mudança Conceitual	Estudantes são pressionados a respeito de sua visão sobre o mundo e levados a considerar a adequação das explicações alternativas. O professor facilita a discussão e o debate necessário para estabelecer as asserções de conhecimento validado.
Atividade Dirigida	Os estudantes participam em atividades do tipo “mão-na-massa” utilizadas para verificação ou descoberta. As atividades escolhidas podem não ser conceitualmente coerentes se os professores não entendem o propósito de atividades específicas e, conseqüentemente, omitem ou modificam inapropriadamente aspectos críticos delas.
Descoberta	Centrada no aluno. Os alunos exploram o mundo natural seguindo seus próprios interesses e descobrem padrões de como o mundo funciona durante suas explorações.
Ciência baseada em Projetos	Centrada no projeto. A atividade de professores e estudantes é centrada numa questão direcionadora que organiza os conceitos e os princípios e direciona as atividades dentro de um tópico de estudo. Através da investigação, os alunos desenvolvem uma série de artefatos (produtos) que refletem as compreensões emergentes deles.
Investigação	Centrada na investigação. O professor apoia os alunos na definição e investigação dos problemas, no esboço das conclusões e na avaliação da validade do conhecimento a partir de suas conclusões.
Investigação Orientada	Centrada na comunidade de aprendizagem. O professor e os estudantes participam na definição e investigação dos problemas, na determinação dos padrões, inventando e testando explicações e avaliando a utilidade e validade de seus dados e a adequação de suas conclusões. O professor apoia os esforços dos alunos em utilizar os materiais e as ferramentas intelectuais da ciência com vistas ao uso independente das mesmas.

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

Ao comparar o modelo de Grossman e Magnusson e colaboradores, nota-se que esses se assemelham ao de Shulman, pois também identificam o conhecimento do tema (SMK) como uma categoria distinta do PCK. A diferença existente em relação ao modelo de Shulman é a inclusão das orientações e do conhecimento do currículo como um componente do PCK tanto no modelo da Grossman quanto no da Magnusson e colaboradores. Os modelos de Grossman e Magnusson e colaboradores diferem entre si em relação ao termo adotado, enquanto Grossman utiliza o termo concepções dos propósitos para ensinar um conteúdo específico, Magnusson adota orientações para o ensino de ciências. Além disso, Magnusson acrescenta em seu modelo a questão sobre a avaliação (MAGNUSSON; KRAJCIK; BORKO, 1999).

2.4.6 Modelo de Veal e Makinster

Veal e Makinster (1999) propõem um modelo (figura 19) que, ao invés de apenas listar atributos e componentes do PCK, estabelece uma relação hierárquica entre eles.

Figura 19. Taxonomia Geral do PCK (VEAL; MAKINSTER, 1999, tradução nossa).

Esta estrutura hierárquica é chamada de taxonomia geral do PCK e apresenta quatro níveis de conhecimento:

- I. Pedagogia, que inclui a compreensão de conceitos da pedagogia
- II. PCK geral, que é equivalente às orientações para o ensino de ciências descritas por Magnusson
- III. PCK domínio específico que é a compreensão que um professor apresenta sobre como ensinar um assunto específico dentro de uma determinada disciplina
- IV. PCK tópico específico que é o nível mais específico e inovador da taxonomia

A princípio, um professor que tenha conhecimento no nível do PCK tópico específico, possui, por consequência, um repertório sólido de competências e habilidades dos três níveis anteriores.

Veal e Makinster (1999) afirmam que a Taxonomia Geral do PCK fornece um esquema de categorização relativamente abrangente para futuros estudos de desenvolvimento do PCK na formação de professores. Eles classificam seu modelo como um marco conceitual sobre o qual os futuros estudos sobre PCK podem se basear.

2.4.7 Modelo de Rollnick, Rhemtula, Dharsey e Ndlovu

No trabalho de Rollnick e colaboradores (2008), os autores apresentam um modelo para acessar os conhecimentos dos professores através da prática (figura 20). Os autores procuram conectar as práticas observadas nos professores aos seus domínios do conhecimento. Eles consideram quatro domínios fundamentais do conhecimento para o ensino:

- I. Conhecimento do conteúdo específico
- II. Conhecimento dos alunos
- III. Conhecimento pedagógico geral
- IV. Conhecimento do contexto

Para eles, o PCK é uma mistura desses domínios e, quando são combinados, produzem produtos passíveis de serem observados em sala de aula, as manifestações. Os autores apresentam quatro manifestações para a compreensão da prática dos professores. São elas:

- I. Representações
- II. Saliência Curricular
- III. Avaliação
- IV. Estratégias instrucionais de tópicos específicos

Figura 20. Modelo adaptado para o PCK (ROLLNICK et al., 2008, tradução nossa)

As manifestações surgem de situações de ensino individuais e dependem do que acontece em uma determinada classe, ou seja, diferentes manifestações conduzirão a diferentes aspectos. Sendo assim, estas manifestações permitem fazer inferências sobre os conhecimentos dos professores através de sua prática, constituindo-se assim numa janela para a observação do PCK de professores.

Este modelo, mostra na metade inferior da figura 20 a integração dos domínios de conhecimento dos professores, e na parte superior, as manifestações, ou seja, o produto visível da integração dos domínios em sala de aula.

Para os autores, *representações* é o mesmo termo utilizado por Shulman (1986). A capacidade de produzir representações eficazes e vinculá-las ao objeto do conhecimento exige a fusão do conhecimento do conteúdo com os outros domínios do conhecimento. A *saliência curricular* é uma expressão que se refere à ênfase dada no processo de ensino, termo cunhado por Geddis e Wood (1997). A *avaliação* se mostra vinculada ao conhecimento do conteúdo, pois este de certa forma direciona as atividades de avaliação. As estratégias de ensino de tópicos específicos são

estratégias relacionadas ao tópico que está sendo ensinado, que levam em consideração a compreensão dos conhecimentos prévios dos alunos, seu contexto e a compreensão do conteúdo.

A utilidade deste modelo é que ele separa os processos de pensamento internos do professor a partir do que pode ser observado diretamente na sala de aula.

2.4.8 Modelo de Park e Oliver

Park e Oliver (2008) também concordam com o modelo de conhecimentos de professores proposto por Grossman em 1990. Para os autores, o conhecimento de professores também é baseado em quatro componentes: i) conhecimento do tema; ii) conhecimento pedagógico geral; iii) conhecimento do contexto e o iv) conhecimento pedagógico do conteúdo (PCK).

Observa-se que o PCK também ocupa uma posição central no conhecimento dos professores, sendo este constituído dos mesmos elementos propostos por Magnusson: i) conhecimento das compreensões dos estudantes; ii) conhecimento do currículo; iii) conhecimento das estratégias instrucionais; iv) conhecimento da avaliação do aprendizado dos alunos e v) orientações para o ensino de um assunto.

Primeiramente, os autores organizaram esses cinco componentes no formato de um pentágono com o PCK no centro, cuja intenção é indicar o potencial de desenvolvimento a partir de cada componente. Por meio dessa representação, evidencia-se que o desenvolvimento do PCK para um ensino efetivo abrange a integração de todos os aspectos do conhecimento do professor.

Tendo em mãos este modelo na forma de um pentágono, os autores fizeram um estudo de caso múltiplo, com três professores experientes de química do ensino médio. Desta pesquisa, os autores evidenciaram o aparecimento de outro componente importante no desenvolvimento do PCK: a eficácia do professor. Os resultados obtidos mostraram que a eficácia do professor encoraja o estabelecimento de objetivos profissionais e manifesta-se como uma vontade do professor em experimentar novas estratégias de ensino. (PARK; OLIVER, 2008).

A conclusão que a eficácia apresenta um papel importante no desenvolvimento do PCK conduziu os autores a proporem o seguinte modelo de PCK, conhecido como modelo hexagonal, representado na figura 21.

Figura 21. Modelo Hexagonal do Conhecimento Pedagógico do Conteúdo para o ensino de ciências (PARK, OLIVER, 2008, tradução nossa)

Este modelo difere dos modelos de Magnusson, Krajcik e Borko (1999) e de Grossman (1990) pela inclusão do componente eficácia do professor e pela integração entre os distintos componentes já propostos anteriormente. Além disso, os seis componentes influenciam uns aos outros de uma maneira contínua e contextualizada. Desta forma, para que o ensino efetivo possa acontecer, os professores integram os componentes e os ordenam dentro de um dado contexto. A integração destes componentes é realizada através do reajuste contínuo e complementar tanto da reflexão na ação como da reflexão sobre a ação.

Para os autores, o constructo do PCK ressalta que o professor não é um simples agente, ou seja, aquele que apenas aplica o que outros planejaram. O professor é capaz de melhorar sua prática, principalmente através da interação com os alunos.

2.5 MODELO DE DESENVOLVIMENTO DO PCK

A proposição de modelos relacionados ao PCK vem acompanhada de propostas de pesquisa que visam compreendê-lo, acessar os conhecimentos a ele relacionados, acessar o seu desenvolvimento e propor metodologias. Além disso, visam reconhecer o PCK e contribuir para o desenvolvimento de conhecimentos necessários à prática profissional, fornecendo importantes contribuições para a área de formação inicial e continuada.

Na literatura sobre o PCK, várias sugestões podem ser encontradas para promover o desenvolvimento do PCK de professores em formação. Por exemplo, Magnusson e colaboradores (1999) argumentaram que o desenvolvimento do PCK é um processo complexo, o que é determinado, entre outras coisas, pela natureza do tema, o contexto em que o tópico é ensinado, e a forma como um professor reflete sobre experiências de ensino. Estes autores concluíram que um programa de formação de professores nunca poderia abordar completamente todos os componentes do PCK necessários a um professor. Grossman (1990) identificou quatro fontes principais de desenvolvimento do PCK:

- i) educação disciplinar, naturalmente, constitui a base para o conhecimento do tema e, como consequência, constitui a base para o conhecimento das representações para o ensino;
- ii) a observação de aulas pode, por exemplo, promover o conhecimento dos professores sobre as dificuldades de aprendizagem dos alunos;
- iii) experiências de ensino em sala de aula podem, por exemplo, promover conhecimentos sobre atividades de ensino de tópicos específicos, tais como demonstrações e investigações, e as dificuldades de ensino;
- iv) cursos específicos ou oficinas durante a formação de professores que também apresentam o potencial para desenvolver o PCK.

Ainda na tentativa de entender a natureza de desenvolvimento do PCK, Gess-Newsome (1999) descreve dois modelos diferentes, representados na figura 22, para a formação do conhecimento pedagógico do conteúdo do professor: o modelo integrativo e o modelo transformativo. Esses modelos são extremos e explicam como ocorre a formação do PCK nos professores.

Figura 22. Modelos de formação do conhecimento de professores (Gess-Newsome, 1999, tradução nossa)

* = conhecimento necessário para o ensino em sala de aula

O modelo integrativo considera que o PCK não seria um conhecimento distinto, mas seria o somatório dos conhecimentos do tema, do conhecimento pedagógico e do conhecimento do contexto. Ensinar segundo essa visão seria o ato de integrar o conhecimento através desses três conhecimentos. Neste modelo, os conhecimentos podem desenvolver-se separadamente para depois se integrarem na ação docente.

O modelo transformativo define o PCK como um novo conhecimento, decorrente da transformação dos conhecimentos do tema, pedagógico e do contexto. O PCK é considerado uma síntese de todos os conhecimentos necessários para a formação de um professor. Neste modelo, não há tanta preocupação com o desenvolvimento destes conhecimentos, mas sim em como eles se transformam no PCK na prática docente, como conhecimento base para o ensino.

A diferença entre esses dois modelos é a integração versus a transformação do conhecimento. Uma analogia química utilizada pela autora é bastante ilustrativa para químicos (FERNANDEZ, 2013, 2014). Trata-se da formação de uma mistura ou de um composto quando duas substâncias são colocadas num mesmo recipiente. No caso da mistura, as substâncias permanecem quimicamente distintas, embora seu aspecto visual seja o de uma total integração. As substâncias constituintes de uma mistura podem, entretanto, serem facilmente separadas por métodos físicos. Por outro lado, no caso da formação de um novo composto, ou seja, o resultado de uma reação química, as substâncias iniciais não podem mais ser separadas e as propriedades iniciais deixam de existir.

Sendo assim, em relação ao modelo de conhecimento de professores, o modelo integrativo se assemelharia a uma mistura enquanto no modelo transformativo, os conhecimentos base iniciais seriam totalmente combinados resultando num novo conhecimento: o PCK (FERNANDEZ, 2013).

Ao final, Gess-Newsome (1999) suscita dúvidas a respeito do conhecimento de professores: esse seria uma mistura (modelo integrativo) ou um composto (modelo transformativo)? A resposta a essa pergunta traria implicações importantes para a pesquisa e prática em termos da identificação e desenvolvimento dos domínios dos conhecimentos dos professores (FERNANDEZ, 2013).

Em seu trabalho, Kind (2009b) analisa nove modelos de PCK presentes na literatura e conclui que apenas três são transformativos, o de Shulman, Grossman e Magnusson e colaboradores, enquanto os outros seis, são integrativos. Na literatura existem pesquisas cujas evidências fundamentam ambos os modelos para a formação do PCK de professores como, por exemplo, no trabalho de Lee e Luft (2008), o qual sugere que o PCK dos professores analisados apresenta qualidades dos dois modelos.

Neste estudo em específico, foram analisados 18 modelos de conhecimentos de professores e verifica-se que oito deles (50%) tem caráter transformativo. Além daqueles apontados por Kind (2009b), somam-se os modelos de Tamir (1988), Geddis e Woods (1997), Carlsen (1999), Barnett e Hodson (2001), Park e Oliver (2008) e no modelo resultante da Cúpula do PCK (2012).

2.6 RESUMO SOBRE OS MODELOS DE CONHECIMENTOS BASE PARA PROFESSORES

Como visto, durante o período de 1986 a 2013, de um total de 18 modelos, existem dez modelos de conhecimentos de professores que consideram o conhecimento pedagógico do conteúdo como um dos conhecimentos necessários para a profissão docente e oito modelos específicos sobre o conhecimento pedagógico do conteúdo (PCK).

No quadro 5, apresenta-se um resumo das principais características pertencentes a estes 18 modelos. A construção desse quadro foi baseada na análise inicialmente realizada por Van Driel, Verloop e Vos (1999), contudo, empreendendo

modificações e/ou acréscimos tanto na quantidade de modelos quanto nas categorias utilizadas por esses autores.

Ao detalhar os modelos, verificam-se quais eram as categorias de conhecimento mais recorrentes entre eles. Como observado ao longo do capítulo, diversos autores, muitas vezes, utilizam termos e expressões diferentes para se referirem aos mesmos conhecimentos como, por exemplo, propósitos para o ensino e orientações para o ensino; estratégias instrucionais e processos instrucionais; conhecimento prévio dos alunos e concepções alternativas dos alunos; entre outros. Para a construção desse quadro, atentou-se para aquelas características que são discutidas pela maior parte dos autores aqui apresentados.

Desta forma, verificaram-se os seguintes conhecimentos: do tema; da pedagogia geral; do contexto; do currículo; da aprendizagem e concepção dos estudantes; das representações e estratégias instrucionais; dos propósitos do ensino e da avaliação. A intenção é analisar como esses conhecimentos estão discutidos nos modelos; e verificar se eles fazem parte do PCK ou se fazem parte do conhecimento base de professores.

Outros conhecimentos como, conhecimento da mídia e conhecimento de questões sócio culturais, que aparecem em alguns dos modelos, não foram acrescentados no quadro, pois estes conhecimentos são discutidos em poucos modelos (menos que 5%).

De posse de tantos modelos, uma questão que se coloca é se o conhecimento do tema (SMK – *subject matter knowledge*) faz parte ou não do PCK. O SMK é discutido em todos os modelos que foram apresentados. Observa-se que 50% dos modelos consideram o SMK como um conhecimento base para o professor, ou seja, uma categoria diferenciada, enquanto que os outros 50% afirmam que esse conhecimento faz parte do PCK. Nos modelos de Shulman, Tamir, Grossman, Geddis e Woods, Magnusson e colaboradores, Carlsen, Barnett e Hodson, Park e Oliver e no atual modelo da cúpula do PCK, o conhecimento do tema é algo considerado externo ao PCK embora influencie e seja influenciado fortemente por ele. Marks, Cochran e colaboradores, Fernandez-Balboa e Stiehl, Koballa e colaboradores, Veal e Makinster, Morine-Dershimer e Kent, Banks e colaboradores, Hasweh e Rollnick e colaboradores entendem o PCK de maneira diferente ao incluírem o conhecimento do tema em suas definições de PCK.

Quadro 5. Componentes do conhecimento de professores em diferentes conceitualizações de PCK

	Conhecimento do (s) / da (s)							
	Tema	Pedagogia Geral	Contexto	Currículo	Aprendizagem e concepções dos estudantes	Representações e Estratégias Instrucionais	Propósitos	Avaliação
Pesquisadores								
Shulman (1987)	CB	CB	CB	CB	PCK	PCK	CB	ND
Tamir (1988)	CB	CB	ND	PCK	PCK	PCK	ND	PCK
Grossman (1990)	CB	CB	CB	PCK	PCK	PCK	PCK	ND
Marks (1990)	PCK	ND	ND	PCK	PCK	PCK	ND	ND
Cochran, deRuiter, King (1993)	PCK	PCK	PCK	ND	PCK	ND	ND	ND
Fernandez-Balboa, Stiehl (1995)	PCK	ND	PCK	ND	PCK	PCK	PCK	ND
Geddis e Woods (1997)	CB	CB	CB	PCK	PCK	PCK	ND	ND
Magnusson, Krajcik, Borko (1999)	CB	CB	CB	PCK	PCK	PCK	PCK	PCK
Koballa e colaboradores (1999).	PCK	PCK	PCK	PCK	PCK	ND	ND	ND
Veal e Makinster (1999)	PCK	PCK	PCK	PCK	PCK	PCK	PCK	PCK
Morine-Dershimer e Kent (1999)	PCK	CB	PCK	PCK	PCK	PCK	PCK	PCK
Carlsen (1999)	CB	CB	CB	PCK	PCK	PCK	PCK	ND
Barnett e Hodson (2001)	CB	CB	CB	CB	CB	PCK	ND	ND
Banks, Leach e Moon (2005)	PCK	PCK	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Hashweh (2005)	PCK	PCK	PCK	PCK	PCK	PCK	PCK	PCK
Rollnick e colaboradores (2008)	PCK	PCK	PCK	PCK	PCK	PCK	ND	PCK
Park e Oliver (2008)	CB	CB	CB	PCK	PCK	PCK	PCK	PCK
Cúpula do PCK (2012)	CB	CB	CB	CB	PCK	PCK	PCK	CB

Fonte: Adaptado de Van Driel, Verloop e Vos (1998)

CB = Componente do conhecimento base de professores

PCK = Componente compreendido no PCK

ND = Componente não discutido explicitamente pelo(s) autor(es)

O Conhecimento da Pedagogia (PK – *general pedagogical knowledge*) não é discutido explicitamente em apenas dois modelos (11%). Dez modelos (56%) acreditam que o conhecimento da pedagogia não faz parte do PCK, sendo ele um conhecimento distinto ao PCK e classificado como um dos conhecimentos base para a formação de um professor, enquanto que 33% defendem que o conhecimento da pedagogia é uma subcategoria do PCK.

O Conhecimento do Contexto (CK – *knowledge of context*) não é discutido em 17% dos modelos apresentados. Na questão se o CK faz parte ou não do PCK há, de certa forma, uma equivalência entre as proposições, onde 39% acreditam que este conhecimento é um componente do PCK, enquanto que 44% o enquadram como um conhecimento base. Fernández-Balboa e Stiehl (1995) considerarem a inclusão do conhecimento do contexto necessária. Esses observam que o contexto influencia as práticas características do ensino tais como, manipulação de grandes turmas, escassez de recursos adequados e as atitudes dos alunos. Por isso, esses autores acreditam que o contexto influencia diretamente o PCK.

O conhecimento do currículo também não é discutido em 17% dos modelos. Nesse conhecimento, a maioria (66%) coloca o conhecimento do currículo como um componente do PCK, enquanto que 17% o consideram como um conhecimento base. O conhecimento do currículo tem sido pesquisado, mas os estudos, normalmente, pedem aos professores para classificar os objetivos, em ordem de importância, ao invés de examinar o conhecimento diretamente (ABELL, 2007). Chamamos a atenção para o fato que alguns modelos apresentam o conhecimento do currículo em duas categorias diferentes, ao mesmo tempo em que consideram um conhecimento distinto do PCK, consideram que ele também é um componente do PCK. Desta forma, pode-se interpretar o conhecimento do currículo em dois níveis: i) o conceito de currículo como conhecimento distinto assume o papel de referencial para orientar as escolhas dos professores para o ensino, ou seja, esse conceito de currículo engloba as concepções gerais dos professores sobre: Por que se deve ensinar? O que deve ser ensinado? Como deve ser ensinado? Como as ideias e os interesses dos estudantes devem ser considerados? E como avaliar a aprendizagem? Já o conhecimento do currículo como componente do PCK refere-se ao conhecimento da avaliação de materiais curriculares para o ensino de um conteúdo específico. Assim, esse componente contempla o repertório do professor sobre informações e sobre os recursos curriculares disponíveis para estruturar situações de ensino que estimulem a construção de conhecimentos sobre um determinado conteúdo.

O conhecimento da aprendizagem e concepções dos estudantes é discutido em 95% dos modelos, sendo que, a maior parte deles (90%) considera que este conhecimento faz parte do PCK enquanto que apenas um modelo (5%) o coloca como um conhecimento base. Observa-se aqui um consenso coerente entre os pesquisadores, pois o PCK é um conhecimento considerado específico por eles, assim, tais pesquisadores apontam para a necessidade dos professores possuírem o conhecimento das compreensões dos estudantes em temas particulares. Um professor que possui o conhecimento sobre essas concepções será capaz de antecipar situações de aprendizagem ou controlar suas explanações no sentido de evitá-las ou desconstruí-las. O conhecimento sobre as compreensões dos estudantes oferece aos professores subsídios para transformar o conteúdo em um conteúdo para o ensino, considerando as características e interpretações recorrentes dos alunos. Abell (2007) afirma que aparentemente os professores não tem o conhecimento das concepções dos estudantes, porém esse conhecimento melhora com a experiência de ensino.

O conhecimento das representações e estratégias instrucionais não é mencionado em 17% dos modelos, enquanto que os demais modelos (83%) consideram que esse conhecimento faz parte do PCK. Aqui também se observa um consenso por parte dos pesquisadores, ao incluírem o conhecimento das estratégias instrucionais como uma subcategoria do PCK. Afinal, esse conhecimento compreende a forma como um professor representa o conteúdo, seu repertório de exemplos, demonstrações, experimentos, metáforas, analogias e atividades que tornam o conteúdo mais acessível ao estudante. Os estudos referentes a esse conhecimento demonstram que ele está relacionado ao conhecimento do tema e o conhecimento dos estudantes, mas, também, necessita uma compreensão das “sutilezas das estratégias a serem utilizadas” (ABELL, 2007, p.1131, tradução nossa).

O conhecimento dos propósitos não é discutido em 44% dos modelos, pelo menos não de uma maneira explícita. Apenas um modelo (5%) considera esse conhecimento uma categoria distinta, enquanto metade deles (50%) o considera como uma subcategoria do PCK. Compactuamos com esses últimos, pois o conhecimento dos propósitos determina a clareza do professor sobre o porquê ensinar e quais as suas intenções ao ensinar um assunto para um determinado grupo de alunos. A capacidade de adaptação aos propósitos do ensino de um assunto em diferentes contextos exige que o professor seja capaz de considerar, de forma articulada, diversas variáveis, como por exemplo, os interesses dos alunos e da comunidade, as orientações curriculares da nação, projeto pedagógico da escola e suas concepções

ideológicas sobre o ensino. Deve-se lembrar que o termo “propósitos” ainda é bastante discutido na literatura. Em sua revisão, Abel (2007) aponta diversos termos utilizados para se referir ao conhecimento dos propósitos: “preconceitos de ensino”; “abordagens de ensino”; “concepções do ensino”; “orientações para o ensino”; “o conjunto de ideias, entendimentos e interpretações”; e “orientação construtivista aparente”.

Observa-se que o conhecimento da avaliação também não recebe muita atenção por parte dos pesquisadores, pois não é discutido em 56% dos modelos. Defendemos a inclusão e discussão desse conhecimento, ainda que não seja o objetivo deste trabalho investigar qual deve ser a natureza da avaliação, consideramos que os professores devem utilizar métodos de avaliação para investigar o que os estudantes estão aprendendo. Desse modo, uma vez que as avaliações são necessárias, ter conhecimento da avaliação permite acessar e conhecer os métodos de avaliação adotados pelo professor para acompanhar o desenvolvimento da aprendizagem do estudante, inferir seu rendimento escolar e diagnosticar suas dificuldades. Poucas pesquisas direcionam os estudos sobre o conhecimento da avaliação, verificando apenas os métodos de avaliação. Apenas saber os métodos de avaliação que os professores utilizam não fornece o entendimento sobre como as avaliações são utilizadas. De acordo com o quadro 5, 39% dos modelos ao discutirem sobre o conhecimento da avaliação consideram este conhecimento incluso no PCK, enquanto que 5% acreditam que seja uma categoria independente, ou seja, que faz parte dos conhecimentos base necessários para a formação do professor.

A utilidade desses modelos é investigar o conhecimento dos professores de um modo que a pesquisa empírica consiga trazer subsídios pró e contra determinados modelos e assim, proporcionar respostas à questão central - quais são os conhecimentos necessários para se formar um bom professor? (FERNANDEZ, 2014).

Os modelos representam um modo útil de lidar com os dados da prática e vice-versa. A organização dos componentes do PCK pode ser útil para os formadores de professores que estudam a aprendizagem dos professores. Deste modo, se o professor apresenta domínios do conhecimento do modelo, possivelmente terá um PCK correspondente e desenvolverá uma prática profissional significativa. Um aspecto a ser destacado é que os conhecimentos não se apresentam isolados uns dos outros. Assim, um professor que possui somente uma das categorias muito bem desenvolvida não implica em um PCK de alto nível. Esse fato poderia ocorrer se houvesse um equilíbrio favorável entre os diversos componentes, de modo que um componente influencie o outro e desta maneira o desenvolvimento seja mútuo e em sinergia (FERNANDEZ, 2014).

Nesse sentido, esses modelos trazem implicações para o currículo de formação de professores, pois eles podem auxiliar os formadores de professores a planejarem um currículo voltado para uma formação plena.

De Jong, Veal e Van Driel (2002) defendem a necessidade da incorporação da prática docente no processo de formação, juntamente com a discussão de artigos sobre o trabalho educativo, como as concepções alternativas dos estudantes e como eles raciocinam.

Segundo Talanquer, os programas de formação docente devem colaborar para a construção do PCK dos futuros professores:

Um bom programa de formação docente deve proporcionar uma preparação disciplinar e pedagógica sólida.[...] Os programas de formação e atualização docente necessitam abrir espaços para que as peças-chaves do conteúdo a ser ensinado sejam sujeitas à análise e discussão didática e pedagógica. [...] A grande maioria dos atuais e futuros professores de química se beneficiaria se lhes fosse oferecida mais oportunidades para integrar seu conhecimento, repensar e recriar a matéria que ensinam.[...] Este tipo de reflexão não só ajudaria os professores em formação a desenvolver seu PCK, como também a capacidade crítica e as habilidades analíticas que lhes permitiriam conceber a aula como um espaço de exploração e investigação contínua (TALANQUER, 2004).

Rollnick e colaboradores (2008) defendem que o PCK deve ser inserido na formação dos professores:

Se a experiência pode ser acessada e retratada, pode então ser transferida para professores inexperientes e, assim, ajudá-los no seu progresso em direção à competência reforçada no ensino. Desenvolver o entendimento mais profundo do fenômeno que é o PCK pode também ajudar a criar novas formas adequadas de discussão das questões inerentes à complexidade e aplicação do conhecimento do conteúdo na prática. Encontrar, acessar e elucidar o PCK pode muito bem representar o que alguns poderiam descrever como o santo graal da formação de professores!

Para Nilsson (2009) tanto o modelo integrativo quanto o modelo transformativo são um bom ponto de partida para analisar os currículos de formação de professores. Como, por exemplo, no trabalho de Pereira e Fernandez (2013) apontam-se evidências que a construção do PCK de professores iniciantes pode ser melhor explicada pelo modelo integrativo.

2.7 ACESSO AO PCK DE PROFESSORES

Nos últimos anos têm sido desenvolvidos cada vez mais estudos a respeito do PCK, principalmente no Ensino de Ciências. No entanto, acessar o PCK de professores é uma tarefa complexa e exige a identificação de conhecimentos implícitos manifestados em situações durante a prática de ensino. 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, provas dissertativas, testes de múltipla escolha, mapas conceituais e/ou registro audiovisuais.

Baxter e Lederman (1999) descrevem como fontes de dados para investigar esse conhecimento: avaliações e testes elaborados pelo professor, observação da sala de aula, mapas conceituais, representações pictóricas, entrevistas e avaliação por métodos múltiplos.

A análise do conteúdo de planejamentos de ensino também tem sido utilizada como metodologia para o reconhecimento e acesso ao PCK de professores em serviço e estudantes de cursos de licenciatura e tem se configurado como uma importante estratégia para investigações sobre o PCK (ELIAS, 2011; PEREIRA, FERNANDEZ, 2013; OLIVEIRA JÚNIOR, 2010). O registro das observações do professor, a análise de seus planejamentos de ensino e a sua avaliação pessoal sobre a evolução de suas aulas estimulam a reflexão sobre sua prática e configura um espaço privilegiado para a explicitação de suas crenças e concepções sobre diversas dimensões do ensino (ELIAS, 2011; PEREIRA, FERNANDEZ, 2013).

Em sua revisão Kind (2009b) separa os métodos de acesso ao PCK em dois grupos distintos: estudos *in situ* e estudos testes. Estudos *in situ* investigam como os professores ensinam ciência dentro da sala de aula. Estes estudos utilizam a coleta de dados baseada na prática como, por exemplo, entrevistas pré e pós-aula. Estudos nesta linha geram bases de evidências que revelam um rico PCK. A maioria dos pesquisadores nessa área utiliza múltiplos métodos para gerar dados com maior confiabilidade. Uma limitação apontada pela autora é a preferência em se realizar esses estudos apenas com professores estagiários uma vez que eles são mais participativos. Os estudos testes, por sua vez, investigam a percepção do professor sobre o PCK e se há alguma mudança durante ou depois da intervenção. Os estudos testes utilizam trechos de vídeos ou transcrição de aulas. Os professores investigados são expostos a um determinado material e depois são realizados um ou mais

instrumentos de coleta de dados para revelar o PCK percebido no material. Este tipo de estudo tem a vantagem de possuir um material de fácil utilização e que pode ser amplamente utilizado, permitindo que pesquisadores comparem PCK em diferentes formações. Porém, uma desvantagem dessa metodologia é que o PCK é limitada-se ao material de teste, e a qualidade de um professor pode não ser exposta por esse instrumento.

Vários pesquisadores investigaram e propuseram instrumentos específicos para acessar e documentar o PCK. Nesse contexto, duas ferramentas foram desenvolvidas: Representação do Conteúdo – CoRe (da sigla em inglês *Content Representation*); e Repertório de experiência Pedagógica e Profissional – PaP-eR (da sigla em inglês *Professional and Pedagogical Experience Repertoires*) (LOUGHRAN, MULHALL, BERRY, 2004).

O CoRe (quadro 6) é uma ferramenta que foca na compreensão do professor em relação aos aspectos que representam o conteúdo específico como, por exemplo, estratégias e metodologias. Consiste de oito questões sobre o ensino de um conjunto de ideias centrais associadas a um conteúdo específico e pode ser realizado em grupo ou individualmente.

Quadro 6. Instrumento CoRe – Representações do Conteúdo

	Conteúdo específico			
	Ideias/ Conceitos Centrais relacionados a esse conteúdo			
	Ideia I	Ideia II	Ideia III	Etc
1. O que você pretende que os alunos aprendam sobre essa ideia?				
2. Por que é importante para os alunos aprenderem essa ideia?				
3. O que mais você sabe sobre essa ideia?				
4. Quais são as dificuldades e limitações ligadas ao ensino dessa ideia?				
5. Que conhecimento sobre o pensamento dos alunos tem influência no seu ensino sobre essa ideia?				
6. Que outros fatores influem no ensino dessa ideia?				
7. Que procedimentos/ estratégias você emprega para que os alunos se comprometam com essa ideia?				
8. Que maneiras específicas você utiliza para avaliar a compreensão ou a confusão dos alunos sobre essa ideia?				

Fonte: Loughran, Mulhall e Berry (2004, tradução nossa)

Inicialmente, o CoRe foi proposto com o objetivo de estimular a reflexão de professores sobre o ensino de conteúdos específicos (HUME; BERRY, 2011). Ele

busca acessar o conhecimento e as compreensões do professor sobre determinado conteúdo e representar esse conhecimento de uma forma compreensível a outros professores. Além disso, sua utilização permite discutir aspectos particulares do PCK tais como a visão das principais ideias relacionadas ao conteúdo ou o conhecimento de concepções alternativas. Assim, é tanto uma ferramenta de pesquisa para acessar a compreensão sobre o ensino de um determinado conteúdo, como uma estratégia para estimular seu raciocínio pedagógico e promover uma possível ampliação do seu PCK. Sendo assim, o CoRe passou a ser usado para acessar o PCK de professores em pesquisas qualitativas sobre conhecimento de professores (ELIAS, 2011; PEREIRA, FERNANDEZ, 2013; GARRITZ; TRINIDAD-VELASCO, 2006; GIROTTO JÚNIOR, 2011; GIROTTO JÚNIOR, FERNANDEZ, 2013; MONTENEGRO, 2011; OLIVEIRA JÚNIOR, 2011; SALES, 2010; SILVA, 2012).

Para Kind (2009b) o CoRe é, até o momento, uma técnica útil desenvolvida para acessar e documentar o PCK dos professores, entretanto esta ferramenta também apresenta alguns problemas. Da mesma maneira, Hume (2010) relata que trabalhar com esta ferramenta não é uma tarefa fácil. As questões apresentadas no CoRe são desafiadoras, o que pode intimidar alguns professores e até mesmo fazer com que eles fiquem menos confiantes em relação às suas habilidades. Além disso, devido à complexidade do CoRe, é necessário um suporte para que os professores compreendam sobre o que estão sendo questionados.

Por outro lado, o PaP-eR é uma narrativa da prática baseada em registros de aulas e na reflexão do professor. Os PaP-eRs são elaborados a partir de descrições detalhadas sobre o ensino de um conteúdo, que podem ser extraídas através de entrevistas com o professor, de ideias manifestadas em discussões e interações durante a prática de ensino, entre outras. Assim, o PaP-eR emerge de situações reais da prática docente e não se aplica, necessariamente, a um professor particular (LOUGHRAN; BERRY; MULHALL; 2006).

Essas duas ferramentas, CoRe e PaP-eR, são projetadas tanto como uma metodologia para o desenvolvimento do PCK dos professores quanto uma forma de retratar esse conhecimento para outros professores (PADILLA et al., 2008).

3 METODOLOGIA DE PESQUISA

3.1 NATUREZA DA PESQUISA

O presente estudo caracteriza-se como uma pesquisa do tipo “Estado da Arte” ou “Estado do Conhecimento”. Pesquisas desse tipo trazem em comum:

[...] o desafio de mapear e de discutir uma certa produção acadêmica em diferentes campos do conhecimento, tentando responder que aspectos e dimensões vêm sendo destacados e privilegiados em diferentes épocas e lugares, de que formas e em que condições têm sido produzidas certas dissertações de mestrado, teses de doutorado, publicações em periódicos e comunicações em anais de congressos e de seminários. (FERREIRA, 2002, p.257)

Elas consistem em fazer um balanço do conhecimento, baseando-se na análise comparativa de vários trabalhos de uma determinada área (por exemplo: Ensino de Ciências, Educação etc.) por sua vez, tendo em vista um tema de interesse (formação de professores, alfabetização, avaliação etc.) ou uma subárea específica de estudo (Ensino de Química, Ensino de Biologia, Ensino de Física etc.).

De acordo com a classificação dos gêneros de pesquisa proposta por Soares e Maciel (2000), os estudos do tipo Estado da Arte podem ser caracterizados como pesquisas descritivo-explicativas com base na análise de documentos, pois buscam identificar, descrever e explicar determinados fenômenos. Já em consideração às questões metodológicas, esse tipo de pesquisa está vinculado aos estudos de revisão bibliográfica e são reconhecidos por possuírem metodologia de cunho invariavelmente descritivo da produção acadêmica (FERREIRA, 2002).

Megid Neto e Pacheco (2001) e Haddad (2002) qualificam esse tipo de pesquisa como um campo de estudo que analisa, num recorte temporal definido, as características da evolução histórica, os movimentos do campo de pesquisa, revelando continuidades e mudanças de rumo, as tendências temáticas e metodológicas, os principais resultados das investigações, problemas e limitações, e indicando novos caminhos de pesquisa, dentre muitos outros aspectos que podem ser objeto de análise em relação à produção acadêmica em uma determinada área de pesquisa. Pode-se dizer que: “[...] trata-se de uma pesquisa sobre pesquisas: uma metapesquisa ou, considerando que ela busca articular os resultados de diferentes trabalhos, uma pesquisa integrativa” (SOARES, 2006, p. 399).

Alves-Mazzotti e Gewandsnadjer (2002) justificam a importância de pesquisas do tipo Estado da Arte por serem úteis aos pesquisadores, no sentido de fornecerem um panorama geral da área, o que permite identificar pesquisas relevantes para determinada questão de interesse:

[...] é a familiaridade com o estado do conhecimento na área que torna o pesquisador capaz de problematizar o tema e de indicar a contribuição que seu estudo pretende trazer à expansão do conhecimento (ALVES-MAZZOTTI; GEWANDSNADJER, 2002).

Tendo em vista a crescente produção de pesquisas na área de formação de professores, especialmente sobre o conceito do conhecimento pedagógico do conteúdo, constata-se a necessidade de investigações que possibilitem acompanhar sua trajetória, avaliar criticamente essa, delinear os principais contornos das pesquisas e propor novas possibilidades de estudo. Além disso, as pesquisas sobre o conhecimento pedagógico do conteúdo estão estabelecidas no cenário das pesquisas internacionais há alguns anos, por outro lado, no contexto nacional as discussões a respeito do PCK ainda buscam espaço. Sendo assim, uma investigação do tipo Estado da Arte permitirá uma divulgação ampla e efetiva da produção acadêmica relacionada ao PCK.

3.2 ETAPAS DA PESQUISA

3.2.1 Busca e identificação de trabalhos sobre PCK

O objeto de estudo dessa pesquisa foi o material escrito (artigos, dissertações, teses, livros e trabalhos publicados em anais de congressos) que envolvem o conhecimento pedagógico do conteúdo. Para isso, serviu-se dos bancos de dados ERIC (*Education Resources Information Center*) e SciELO (*Scientific Eletronic Library Online*) e da ferramenta de pesquisa *ISI Web of Knowledge*. As bases de dados utilizadas nessa pesquisa (ERIC e SciELO) fazem parte dos recursos eletrônicos que estão disponíveis para a Universidade de São Paulo (USP), particularmente os usuários de suas bibliotecas.

Durante a busca por estudos relacionados à área, observou-se que alguns trabalhos publicados ainda não estavam indexados nesses bancos de dados. Sendo assim, levantou-se também os trabalhos publicados nas plataformas *on-line* das principais revistas especializadas na área de ensino, tanto nacionais como

estrangeiras, a saber: *International Journal of Science Education*; *Journal of Research in Science Teaching*; *Chemistry Education Research and Practice*; *Science Education*; *Research in Science Education*; *Journal of Science Teacher Education*; *Educación Química*; *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*; *Ciência e Educação*; *Investigações em Ensino de Ciências*; *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*; e *Química Nova na Escola*.

Como cada base de dados ou plataforma de pesquisa, possui seu próprio sistema de busca, foram realizados procedimentos de busca distintos, porém bastante similares. Para a realização da busca, utilizou-se a palavra-chave conhecimento pedagógico do conteúdo (ou *pedagogical content knowledge* ou *conocimiento didáctico del contenido*) nos seguintes campos: título, resumo, tema e corpo de texto. Apesar de, ao longo da pesquisa, encontrar diversos trabalhos provenientes de outras fontes como, por exemplo, biblioteca, optou-se por não incluí-los na amostragem desta pesquisa, de forma a manter a padronização realizada durante a seleção dos trabalhos descrita anteriormente.

O período de abrangência do material que constitui o objeto de pesquisa tem como marco inicial o ano de 1986, ano em que o conceito foi publicado pela primeira vez por Shulman (1986), e como marco final o ano de 2013, ano estabelecido para finalizar a coleta de dados junto a diversas fontes bibliográficas, completando 27 anos de pesquisas sobre PCK. Por meio da referida metodologia, foram obtidos 3329 trabalhos, os quais compõem o corpo de investigação principal desse estudo.

3.2.2 Organização dos trabalhos e criação de um banco de dados

De posse da literatura selecionada, os trabalhos foram organizados no programa de computador EndNote®. Esse programa permite importar e armazenar, diretamente dos bancos de dados, informações essenciais dos trabalhos como, por exemplo, título; resumo; palavras-chaves; ano de publicação; entre outros. E, caso a USP possua assinatura do periódico indexado, os arquivos podem ser acessados na íntegra. Além disso, este programa permite criar seu próprio banco de dados e, igualmente, permite criar grupos para organizar as referências obtidas. Uma vez criada sua própria biblioteca, o programa possibilita atualizar as referências incompletas.

Com o auxílio do EndNote®, além de criar um banco de dados com os trabalhos sobre PCK, o programa facilitou a sistematização dos estudos em diferentes

grupos. A partir da utilização desse software foi possível armazenar e sistematizar todos os trabalhos relacionados ao PCK em um único banco de dados.

3.2.3 Leitura e distribuição dos trabalhos

De posse da literatura selecionada, foi feita uma sistematização destes trabalhos por meio da leitura de títulos, resumos e palavras-chaves. Sabe-se que, por mais cuidado que se possa ter na hora da distribuição dos trabalhos, é possível não haver consenso quanto à classificação realizada em alguns casos, principalmente em virtude da falta de informação nos resumos. Além disso, a leitura somente a partir de títulos, resumos e/ou palavras-chaves pode não divulgar todas as dimensões envolvidas na pesquisa, isto é, seus fundamentos, objetivos, metodologia, resultados, entre outros.

Os títulos normalmente anunciam a informação principal do trabalho ou indicam elementos que caracterizam o seu conteúdo, porém, nem sempre atendem às exigências acadêmicas, como Severino (2000, p. 86) informa: “Todos os títulos [...] devem ser temáticos e expressivos, ou seja, devem dar a ideia mais exata possível do conteúdo do setor que intitula”.

Em relação aos resumos, de acordo com Ferreira (2002), eles devem conter: o objetivo principal de investigação; a metodologia e o procedimento utilizado na abordagem do problema proposto; o referencial teórico; sujeitos de pesquisa; métodos de tratamento dos dados; os resultados; as conclusões e, por vezes, as recomendações finais. A qualidade dos resumos deixa a desejar, pois uns são sucintos demais, outros extremamente confusos, o que dificulta a análise.

Apesar dessas dificuldades, foi possível um agrupamento da produção acadêmica em nove grandes descritores (tabela 1), que surgiram a partir da leitura dos títulos, dos resumos e das palavras-chaves.

Tabela 1. Descritores utilizados na análise da produção acadêmica sobre PCK no período de 1986 a 2013

Descritores	Indicadores
Forma de divulgação	Artigos científicos Livros Teses e Dissertações Comunicações em eventos científicos Genéricos
Tipo de pesquisa	Trabalhos Empíricos Trabalhos Teóricos
Área de conhecimento	Ciências da Natureza e Matemática Ciências Humanas Outras
Método e Estratégia adotados	Análise de documentos Entrevistas Formação de professores Observações Outros Testes e Questionários Variadas Metodologias Sem metodologia especificada
Experiência dos professores	Professores em formação inicial Professores iniciantes Professores experientes Não identificado
Nível Escolar	Educação Infantil Ensino Fundamental Ensino Médio Ensino Superior Não identificado
Localidade das Instituições dos autores	
Definição utilizada de PCK	Amalgama entre o conteúdo e a pedagogia Transformar o conteúdo da disciplina em um conhecimento ensinável Conhecimento sobre como pode ser ensinado um determinado conteúdo Formas de representar e formular o tema para que este seja compreensível para os outros Conhecimento que permite ao professor perceber quando um tópico é mais fácil ou difícil Conhecimento adquirido principalmente através da experiência Categorias de Grossman Conhecimento que diferencia o professor dos especialistas das diversas áreas do conhecimento Sem definição Não identificados
Modelo de PCK utilizado	Magnusson, Krajcik e Bork Grossman Morine-Dershimer e Kent Rollnick et. al Park e Oliver Tamir Hasweh Sem Modelo Não identificados

Fonte: Elaborado pela autora

3.2.4 Definição dos descritores a serem utilizados

Descritor é o termo utilizado por Megid Neto (1999) para indicar aspectos que serão analisados na classificação, descrição e análise do material alvo de estudo de forma a perceber características em comum e tendências entre eles.

Neste estudo, teve-se como base alguns dos descritores já consagrados na literatura e muito utilizados nos trabalhos desenvolvidos por grupos que realizam pesquisas do tipo Estado da Arte (CARRERA, 2012; FERREIRA, 1999; MEGID, 1999, RINK, 2009; TEIXEIRA, 2008).

Entretanto, ao aprofundar as análises dos trabalhos, novos descritores de interesse acabaram surgindo e sendo incorporados para atender as particularidades dos documentos que estavam sendo analisados. No final, foram estabelecidos nove descritores, os quais se encontram na tabela 1 e serão definidos e explicados de forma mais detalhada no decorrer dos capítulos.

3.2.5 Distribuição geográfica da produção sobre PCK

Um dos descritores diz respeito a localidade das instituições dos autores. Para isso, fez-se um estudo visando identificar o país de origem do autor do trabalho (ou países de origem em trabalhos com mais de um autor), particularmente no que diz respeito ao local em que a pesquisa foi desenvolvida. O objetivo aqui é identificar a contribuição de cada país nas pesquisas relacionadas ao PCK.

Para esta análise, utilizaram-se somente os artigos presentes nos descritores *Ciências da Natureza e Matemática*. Optou-se por não incluir os outros tipos de divulgações como as dissertações e as teses, livros, e comunicações em eventos científicos, devido a preponderância de artigos científicos levantados em relação aos demais meios de divulgação.

Nesse sentido, para estudar a distribuição geográfica da produção sobre PCK utilizou-se como parâmetro a ordem do autor no artigo. Como a ordem dos autores de um artigo científico varia consideravelmente entre diferentes áreas, diferentes países e de acordo com convenções editoriais, foi adotado dois critérios de análise: i) ordem decrescente de autores e ii) primeiro e último autores, que serão detalhados a seguir.

3.2.5.1 Ordem decrescente de autores

Para essa classificação, o primeiro autor é o mais importante, de modo a ser considerado o autor principal do artigo. O primeiro autor é, supostamente, quem deu a maior contribuição para a realização do trabalho e quem fez a maior parte da redação do manuscrito. A importância dos autores tende a diminuir com a posição na lista, no sentido que o segundo autor deu uma contribuição menor que o primeiro autor, o terceiro autor deu uma contribuição menor que o segundo autor, e assim por diante.

Para que esta análise quantitativa fosse possível de ser realizada, adotou-se a pontuação proposta por Tsai e Wen (2005), representada na tabela 2.

Tabela 2. Atribuição de pontos para cada autor de um artigo de pesquisa

Número de autores	Ordem de cada autor				
	1	2	3	4	5
1	1	-	-	-	-
2	0,60	0,40	-	-	-
3	0,47	0,32	0,21	-	-
4	0,42	0,28	0,18	0,12	-
5	0,38	0,26	0,17	0,11	0,08

Fonte: Tsai e Wen (2005)

Essa pontuação foi elaborada a partir da fórmula criada por Howard, Cole e Maxwell (1987). Essa fórmula, representada na figura 23, se baseia na quantidade e na ordem de autores de um determinado artigo. Na fórmula, n é o número total de autores do artigo e x é a posição ordinal do específico autor.

$$Pontuação = \frac{(1,5^{n-x})}{\sum_{i=1}^n 1,5^{i-1}}$$

Figura 23. Fórmula para pontuação da nacionalidade dos autores (adaptada de HOWARD; COLE; MAXWELL, 1987)

Sendo assim, para cada artigo foi dado um (1,0) ponto. Se um determinado artigo foi publicado por mais de um autor, proveniente de instituições de países diferentes, esse um ponto foi dividido de acordo com a ordem de cada autor.

Por exemplo, se um artigo foi escrito por três autores, de instituições de países diferentes, considerando que o primeiro seja da Inglaterra, o segundo dos Estados Unidos e o terceiro da Alemanha então, para esse artigo em particular, a Inglaterra terá uma pontuação de 0,47, enquanto os Estados Unidos vai adquirir uma pontuação

de 0,32 e a Alemanha, 0,21. Assim, a pontuação acumulada de cada país foi calculada para posterior comparação em termos de produção científica de acordo com a localização geográfica.

Essa metodologia não prevê critérios de desempate. Diante disso, este trabalho optou por não estabelecer tais critérios e, caso algum país obtivesse a mesma pontuação eles ficariam em uma mesma classificação.

3.2.5.2 *Primeiro e último autores*

Uma exceção à regra acima é a posição do último autor. O último autor pode assumir uma importância maior do que os autores secundários. Normalmente, os líderes de grupo costumam ser listados como último autor, dando crédito primeiro aos estudantes e outros pesquisadores que participaram do trabalho.

Desta forma, com o propósito de comparação para verificar se a ordem dos autores interfere significativamente em uma avaliação da produção acadêmica de um país, foi feita uma análise considerando apenas o local da instituição do primeiro e do último autor dos artigos, assim, desconsiderando-se os autores intermediários. Para esta análise quantitativa, não se utilizou a fórmula citada anteriormente, apenas verificou-se a frequência de cada país.

No caso do artigo utilizado como exemplo anteriormente, para a Inglaterra e para a Alemanha serão computados um ponto cada pelo fato do primeiro e último autor serem respectivamente desses países. No caso dos Estados Unidos não será computado ponto algum, pois o autor localiza-se em uma posição intermediária. Considerando isso, a frequência acumulada para cada país foi calculada.

Essa metodologia também não prevê critérios de desempate, optando-se, caso houvesse empate, em deixar os países na mesma classificação.

3.2.6 **Investigação sobre a produção de PCK no Ensino de Química**

Como o próprio título dessa dissertação trás, aliado aos objetivos específicos propostos, foi realizada uma análise distinta para os trabalhos relacionados ao Ensino de Química.

Além dos descritores listados anteriormente (forma de divulgação; métodos e estratégias adotadas; experiência do professor e nível escolar) os trabalhos foram agrupados de acordo com a definição utilizada sobre PCK e, também, de acordo com o modelo adotado nos trabalhos, conforme apresentado na Tabela 1.

Para essa sistematização, foi realizada a leitura na íntegra dos trabalhos agrupados no descritor Ensino de Química. Durante a leitura, atentou-se para qual definição de PCK e qual modelo os autores se apropriam.

3.2.7 Organização geral das informações obtidas

Os dados obtidos nas etapas anteriores foram sistematizados em planilhas, tabelas e gráficos confeccionados com apoio dos programas Excel® e Word®. A análise dessas informações permitiu a construção de um panorama contendo indicativos das tendências da produção acadêmica sobre o conhecimento pedagógico do conteúdo, de modo que foi possível tratar de questões como: a evolução histórica da produção acadêmica; distribuição geográfica da produção; tipos de pesquisas; áreas de ensino priorizadas; métodos e estratégias de pesquisa que são empregados; e níveis de ensino privilegiados.

3.2.8 Conclusões e Considerações Finais

Nessa etapa do trabalho, foram retomadas as principais características e tendências dos trabalhos analisados. Além disso, com apoio dos resultados obtidos nas etapas anteriores, foram desenvolvidas reflexões e considerações finais apresentadas no último capítulo da dissertação.

4 PRODUÇÃO ACADÊMICA SOBRE O PCK

4.1 EVOLUÇÃO HISTÓRICA SOBRE O PCK – UM VISÃO GERAL

Uma visão geral das publicações durante o período de 1986 a 2013 sobre as pesquisas que envolvem o conhecimento pedagógico do conteúdo pode ser observada na figura 24. Pode-se perceber que esse conceito vem atraindo um interesse crescente por parte dos pesquisadores.

Figura 24. Distribuição da produção acadêmica (3329 trabalhos) sobre conhecimento pedagógico do conteúdo durante o período de 1986 a 2013 (Elaborado pela autora)

Com poucas publicações entre os anos de 1986 e 1991, período imediatamente posterior ao trabalho de Shulman (1986), observa-se que a partir de 1992 há um aumento dos trabalhos sobre PCK, ainda que pequeno e permanecendo relativamente estável até o ano de 2001. Esse aumento é coerente com o contexto da época, em que a partir da década de 1990 inicia-se o desenvolvimento de pesquisas que buscam resgatar o papel do professor. Pimenta (1996) relata a importância da questão dos saberes nos estudos sobre a identidade da profissão do professor. Nunes (2001) destaca a necessidade de se pensar sobre a formação numa abordagem que

vá além da academia, envolvendo o desenvolvimento pessoal, profissional e organizacional da profissão docente. Nos anos 1990 houve a difusão de uma ampla literatura, tanto nacional quanto estrangeira, resgatando o papel do professor no processo educacional. Nessa mesma década, os programas de formação continuada prosseguem com o apoio das Secretarias de Educação, ao mesmo tempo em que novas propostas vão sendo projetadas, destacando a necessidade de maiores investimentos na formação docente (MEGID NETO; FRACALANZA; FERNANDES, 2005).

A partir de 2003 houve um aumento significativo e sistemático de publicações. Pode-se dizer que o número de publicações foi crescente de 2001 até 2012, chegando ao ápice em 2012, o qual representa um aumento de 583% em relação ao ano de 2003. Essa expansão do número de trabalhos publicados retrata a crise da profissão docente que vem sendo bastante analisada e discutida. Nóvoa (1999) afirma que os professores não são valorizados de forma íntegra e digna, o qual pode ser verificado, por exemplo, pela baixa remuneração desses profissionais.

Observa-se uma queda na quantidade de trabalhos publicados no último ano de análise, 2013, rompendo o crescimento ao longo de onze anos. Essa queda pode ser explicada pelo tempo que leva para um determinado artigo ou trabalho ser indexado nas bases de dados. Além disso, deve-se considerar o fato que muitas instituições e respectivas bibliotecas podem demorar anos, após a defesa, para disponibilizar a tese ou a dissertação ao público.

Ao comparar a produção acadêmica sobre PCK com a produção acadêmica sobre outro tema de pesquisa (figura 25), observa-se que as pesquisas sobre PCK apresentam uma taxa de crescimento superior em relação a uma linha de pesquisa bem estabelecida. Esse aspecto evidencia a fecundidade de questões que emergem deste tema de pesquisa e, também, que esse é um campo em rápida expansão.

Comparando a produção de 1986 a 2013, pode-se observar a diferença marcante em relação à quantidade de publicações entre trabalhos relacionados ao PCK e trabalhos relacionados à alfabetização científica. Vale ressaltar que esse tema (alfabetização científica) foi escolhido aleatoriamente, e de acordo com a mesma metodologia descrita anteriormente, com o intuito de proporcionar uma estimativa a respeito da produção acadêmica sobre PCK e sustentar nossa afirmação que essas pesquisas têm atraído cada vez mais a atenção dos pesquisadores.

Ainda que a produção acadêmica sobre alfabetização científica seja maior que a produção acadêmica sobre PCK tendo em vista o número absoluto de trabalhos, pode-se observar na figura 25 que a produção sobre alfabetização científica manteve-

se aproximadamente estável, enquanto que a produção sobre PCK apresenta um crescimento notável desde 2001.

Figura 25. Comparação da distribuição da produção acadêmica sobre conhecimento pedagógico do conteúdo com a produção acadêmica sobre alfabetização científica durante o período de 1986 a 2013 (Elaborado pela autora)

Se essa tendência continuar, em poucos anos as pesquisas sobre o conhecimento pedagógico do conteúdo ultrapassará as pesquisas sobre alfabetização científica em número absoluto.

4.2 DISTRIBUIÇÃO POR FORMA DE DIVULGAÇÃO

Primeiramente distinguiram-se os trabalhos em relação à forma de divulgação, identificando em que meio cada trabalho foi publicado. Para esse descritor, adotaram-se cinco indicadores: *comunicações em eventos científicos*; *artigos*; *livros*; *teses ou dissertações* e *genéricos*. O indicador *genérico*, neste caso, inclui trabalhos em que o meio de publicação não foi especificado.

A distribuição dos 3329 trabalhos quanto à forma de publicação é apresentada na figura 26.

De acordo com a figura 26, pode-se observar que a produção de PCK é majoritariamente divulgada sob a forma de artigos. Essa constatação é condizente ao *status* atribuído pela comunidade científica a esse meio de divulgação, o qual é muitas vezes tomado como um dos principais parâmetros de avaliação da produção acadêmica.

Figura 26. Distribuição da produção acadêmica (3329 trabalhos) sobre conhecimento pedagógico do conteúdo, durante o período de 1986 a 2013, em relação à forma de divulgação (Elaborado pela autora)

Apenas em 1% dos trabalhos analisados, não foi possível identificar a forma de divulgação. Isso se deve ao fato que, na busca por trabalhos que abordassem o tema PCK, algumas das referências estavam incompletas, sem o meio de divulgação. Observa-se que não há diferença significativa entre as outras formas de divulgação. Nesse caso, o seguinte perfil pode ser constatado: Artigos > Comunicações em eventos científicos > livros > teses e dissertações > genérico.

Os trabalhos em eventos científicos e dissertações e teses devem ter um número maior do que o localizado, mas, muito provavelmente, esses não são indexados nas bases de dados como são os artigos.

4.3 DISTRIBUIÇÃO POR TIPO DE PESQUISA

Feito um primeiro mapeamento sobre as formas de divulgação nos quais circulam os estudos sobre PCK, os trabalhos foram sistematizados conforme a natureza da pesquisa: trabalhos teóricos e trabalhos empíricos. Cabe aqui uma breve descrição sobre o que se considera como trabalho teórico e empírico.

Foram considerados *trabalhos teóricos* aqueles que envolvem pesquisa teórica, ou seja, são estudos dedicados “a reconstruir teoria, conceitos, ideias, ideologias, polêmicas, tendo em vista, em termos imediatos, aprimorar fundamentos teóricos e, em termos mediatos, aprimorar práticas (...)” (Demo, 2000, p.20). A pesquisa teórica também pode ser considerada como pesquisa básica pura que “procura o progresso científico (...) e tem por meta o conhecimento pelo conhecimento” (ANDER-EGG², 1978, apud MARCONI; LAKATOS, 2009 p. 6). Além disso, este tipo de pesquisa não implica imediata intervenção na realidade.

Já os *trabalhos empíricos* são aqueles dedicados a “tratar da empírica e fatural da realidade, de preferência mensurável; produz e analisa dados, procedendo sempre pela via do controle empírico e fatural” (DEMO, 2000, p. 21). Esse tipo de pesquisa “caracteriza-se pelo seu interesse prático, isto é, que os resultados sejam aplicados ou utilizados imediatamente, na solução de problemas que ocorram na realidade” (ANDER-EGG, 1978, apud MARCONI; LAKATOS, 2009 p. 6).

Em relação ao tipo de pesquisa encontraram-se 508 (15%) trabalhos de natureza teórica e 2821 (85%) de natureza empírica.

Dentre os trabalhos empíricos, a partir da análise de um conjunto de dados, nota-se que alguns propõem instrumentos de acesso ao PCK (ESPINOSA-BUENO et al., 2011); alguns trabalhos analisam as diferenças entre o PCK de professores iniciantes e professores experientes (KIND, 2009a); enquanto outros são dedicados ao estudo do PCK de professores a respeito de conteúdos (PADILLA et al., 2008).

A preponderância de trabalhos empíricos pode ser um indício em relação à numerosa quantidade tanto de modelos quanto de definições sobre o significado do conceito PCK. Fato que, até hoje, após mais de 27 anos de sua proposição, ainda não há um consenso aceito entre os pesquisadores sobre o que define e caracteriza o PCK (ABELL, 2007; KIND, 2009b; NILSSON, 2008).

² ANDER-EGG, Ezequiel. *Introducción a las técnicas de investigación social: para trabajadores sociales*. 7 ed. Buenos Aires: Humanitas, 1978.

4.3.1 Trabalhos Teóricos

As pesquisas teóricas sobre o PCK têm como objetivo aprofundar os conceitos e proporcionar discussões sobre esse conhecimento. Visto isso, são pesquisas com intuito de aprimorar os fundamentos teóricos e que buscam produzir conhecimento independente de sua aplicação imediata.

Ao analisar-se a distribuição dos trabalhos teóricos relacionados ao PCK ao longo dos últimos vinte e sete anos (figura 27), observa-se que esta segue a mesma tendência da publicação do total de trabalhos (figura 24), atingindo seu ápice no ano de 2011. Pode-se inferir que houve uma preocupação com as questões teóricas sobre o PCK ao longo da década passada.

Figura 27. Distribuição das publicações teóricas (508 trabalhos) de 1986 a 2013 contendo a palavra-chave conhecimento pedagógico do conteúdo (Elaborado pela autora)

Nota-se que a quantidade de trabalhos teóricos, tanto em 1987 quanto 1988, é nula. Porém, sabe-se da existência de dois importantes artigos que são marcos da história sobre o PCK, o artigo de Shulman (1987) e o de Tamir (1988). Isso ocorre pelo fato dos trabalhos analisados, como já descrito na metodologia, serem somente aqueles indexados nos bancos de dados e nas plataformas de busca das revistas selecionadas.

4.3.2 Trabalhos Empíricos

Distribuídos os 3329 trabalhos entre os tipos de pesquisa, dentre aqueles classificados como empíricos (amostragem com 2821 estudos), pode-se investigar outras tendências da pesquisa acadêmica sobre PCK, verificando como os trabalhos se dividem pelas diferentes áreas de conhecimento, métodos e estratégias adotados, experiência dos professores e nível escolar.

4.3.2.1 Distribuição por Áreas de Conhecimento

Para delimitar as áreas de conhecimento, tomou-se como base, inicialmente, a estrutura organizacional proveniente dos Parâmetros Curriculares Nacionais do Brasil (BRASIL, 2000). Esse parâmetro divide o conhecimento escolar em três áreas: Linguagens, Códigos e suas Tecnologias; Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias; e Ciências Humanas e suas Tecnologias.

De modo geral, na área das Ciências da Natureza e Matemática:

[...] incluem-se as competências relacionadas à apropriação de conhecimentos da Física, da Química, da Biologia e suas interações ou desdobramentos (...). A presença da Matemática nessa área se justifica pelo que de ciência tem a Matemática, por sua afinidade com as Ciências da Natureza, (...) e finalmente pela importância de integrar a Matemática com os conhecimentos que lhe são mais afins (BRASIL, 2000, p. 92).

A área das Ciências Humanas configura: “(...) os campos de conhecimentos de História, Geografia, Sociologia, Antropologia, Psicologia, Direito, entre outros. Nesta área incluir-se-ão também os estudos de Filosofia e Sociologia (...)” (BRASIL, 2000, p. 93).

E na área de Linguagens e Códigos destacam-se:

[...] as disciplinas, atividades e conteúdos relacionados às diferentes formas de expressão, das quais a Língua Portuguesa é imprescindível. (...) o agrupamento das linguagens busca estabelecer correspondência entre (...) as artes, as atividades físicas e a informática (...) de modo a contemplar as possibilidades artísticas, lúdicas e motoras de conhecer o mundo (Brasil, 2000, p. 92).

Tendo como base o manual do candidato para ingresso na Universidade de São Paulo, considerada uma das principais universidades da América Latina (QS UNIVERSITY RANKINGS, 2013), observa-se que essa instituição separa as áreas de conhecimento em três grandes áreas: áreas de humanidades; áreas de Ciências Biológicas; e áreas de Ciências Exatas (FUVEST, 2014).

Por outro lado, o CNPq - Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (2013) organiza as áreas de conhecimento em nove grandes áreas, a saber: 1) Ciências Exatas e da Terra; 2) Ciências Biológicas; 3) Engenharias; 4) Ciências da Saúde; 5) Ciências Agrárias; 6) Ciências Sociais Aplicadas; 7) Ciências Humanas; 8) Linguística, Letras e Artes; e 9) Outras.

Com esse panorama sobre as áreas de conhecimento, tanto no discurso oficial como na prática escolar e na prática acadêmica, e a partir da leitura dos resumos dos trabalhos selecionados, optou-se por estabelecer, para este determinado estudo, em relação à área de conhecimento, três descritores: *Ciências da Natureza e Matemática*; *Ciências Humanas* e *Outras Áreas*.

Na Tabela 3 encontra-se a descrição das três áreas de conhecimento definidas para o mapeamento dos trabalhos de natureza empírica.

Tabela 3. Descrição das áreas de conhecimento dos trabalhos empíricos (2821 estudos) publicados entre 1986 e 2013 nas diferentes subáreas

Área de conhecimento (frequência)	Subáreas (frequência)³
Ciências da Natureza e Matemática (1716)	Ambiental (24) Astronomia (18) Biologia (83) Ciências (607) Educação Física (141) Física (111) Matemática (739) Química (154)
Humanas (842)	Artes - Artes Plásticas, Dança, Música, Teatro (47) Educação (389) Ciências Sociais – Direito, Administração, Economia, Política, Estudos Sociais (90) Geografia (15) História (38) Linguagem - Inglês, Outros idiomas, alfabetização (229) Pedagogia (29) Psicologia (14) Teologia (12)
Outras áreas (460)	Educação à distância (12) Educação Especial (56) Tecnologia (395)

Fonte: Elaborado pela autora

³ A soma das frequências em cada subárea pode não equivaler ao total da frequência da área de conhecimento correspondente, pois vários trabalhos foram classificados em mais de uma subárea.

O descritor *Ciências da Natureza e Matemática* engloba a área Ciências da Natureza e Matemática definido pelos parâmetros curriculares, acrescida dos trabalhos de Educação Física, pertencentes à área Biológicas de acordo com o manual de ingresso da Universidade de São Paulo (FUVEST, 2014). Essa área também engloba os trabalhos relacionados à subárea Ambiental e Astronomia que, de acordo com os parâmetros do CNPq, pertencem à área de Ciências Exatas e da Terra. Apesar da Geociências também ser uma subárea que, no nesse caso, pertenceria ao descritor da *Ciências da Natureza e Matemática*, ela não aparece na tabela 3 devido a ausência de trabalhos sobre o PCK nessa área em especial.

O descritor *Ciências Humanas* compreende as áreas definidas pelo CNPq: 6) Ciências Sociais Aplicadas; 7) Ciências Humanas; e 8) Linguística Letras e Artes .

E o descritor *Outras Áreas*, neste caso, indica trabalhos que não tratam de conteúdos específicos e apresentam uma abordagem mais genérica, sem detalhar ou privilegiar aspectos de uma ou outra área. Como, por exemplo, os trabalhos que envolvam o uso de tecnologia, estudos sobre educação à distância e/ou sobre educação especial.

Normalmente, o resumo trazia explicitado a qual área se designava cada trabalho: “[...] O estudo discutido neste artigo examina o conhecimento pedagógico do conteúdo dos futuros professores do ensino secundário de Matemática que diz respeito à área de conteúdo de funções e gráficos” (EBERT, 1993, p.1), neste caso o trabalho foi classificado na área *Ciências da Natureza e Matemática*. Analogamente: “[...] O estudo relatado no presente artigo investigou a evolução do conhecimento pedagógico do conteúdo de três futuros professores de química em Taiwan durante um ano de um curso de estágio” (TUAN, 1995), também foi classificado na área *Ciências da Natureza e Matemática*.

A distribuição dos 2821 trabalhos sobre PCK nas diferentes áreas do conhecimento, classificados como empíricos, está indicada na figura 28.

Figura 28. Distribuição da produção acadêmica (2821 trabalhos) sobre conhecimento pedagógico do conteúdo, durante o período de 1986 a 2013, nas diferentes áreas de conhecimento (Elaborado pela autora).

Durante o processo de distribuição dos trabalhos, identificou-se trabalhos que abarcavam duas ou mais áreas de conhecimento: “(...) concepções de professores de Física, Química, Biologia, Geografia e História (...)” (GIMENEZ; RUIZ; LISTÁN, 2008, p.2095). Este estudo pertence tanto à área de *Ciências da Natureza e Matemática*, quanto à área de *Ciências Humanas*. Nesses casos, optou-se por classificar o trabalho em dois ou mais descritores simultaneamente. Por isso, de acordo com a figura 28, observa-se que, da amostra com 2821 trabalhos distintos, 4 trabalhos pertencem simultaneamente às três áreas de conhecimento estabelecidas por esta dissertação; 30 trabalhos pertencem tanto a área de *Ciências Humanas* quanto a *Outras Áreas*; 38 trabalhos pertencem a *Ciências Humanas* e a *Ciências da Natureza e Matemática* e 122 trabalhos pertencem tanto a *Outras Áreas* quanto a área *Ciências da Natureza e Matemática*.

Pode-se perceber que a área de *Ciências da Natureza e Matemática* é a que apresenta maior participação com trabalhos empíricos sobre PCK, sendo que a quantidade de trabalhos nessa área é superior à soma das duas outras áreas juntas, representando 61% dos trabalhos na amostragem total.

Essa área foi dividida em oito subáreas mostradas na figura 29. Atenta-se ao fato que um mesmo trabalho pode estar presente em mais de uma subárea concomitantemente: “Os estagiários tem um conhecimento de ciências especializado em química, física ou biologia (...)” (KIND, 2009a, p. 3), que pertence simultaneamente às áreas de química, física e biologia.

Observa-se que essa predominância em relação às outras áreas se deve, principalmente, aos trabalhos referentes à subárea *Matemática*, representando 43% e

aos trabalhos relativos à subárea *Ciências*, com 35%. Essas duas subáreas juntas constituem quase 80% da área *Ciências da Natureza e Matemática*.

Figura 29. Distribuição em subáreas da produção acadêmica (1716 trabalhos) sobre conhecimento pedagógico do conteúdo, durante o período de 1986 a 2013, contida no descritor *Ciências da Natureza e Matemática* (Elaborado pela autora)

Na área de conhecimento *Ciências da Natureza e Matemática*, optou-se por criar o subdescritor *Ciências*, pois, na maioria dos resumos, não era evidente a qual área a pesquisa estava destinada, sendo que, muitas vezes, o resumo apenas tratava ciências de modo geral, podendo estar relacionado com pesquisas destinadas ao ensino fundamental como, por exemplo: “Este estudo relata um processo de desenvolvimento profissional com objetivo de ajudar professores de ciências (...)” (LEE, 2011, p. 2).

A área *Humanas* representa 30% dos trabalhos empíricos referentes ao PCK e é a área com maior variedade de subáreas. Os estudos contidos nesse grupo foram distribuídos em nove subáreas, identificadas na figura 30.

Nessa grande área de conhecimento encontram-se trabalhos relacionados aos estudos de geografia, história, educação, ciências sociais (que incluem trabalhos sobre direito, administração, economia, política e estudos sociais), entre outros.

Além dessas subáreas, consideradas mais tradicionais em relação ao ensino básico, encontram-se trabalhos relacionados à religião, dança, artes e música como pode ser observado no seguinte trabalho: “É nesses programas que os professores de música desenvolvem o conhecimento musical e pedagógico, habilidades, hábitos e disposições para guiá-los ao longo de suas carreiras” (JONES, 2012, p.93).

Figura 30. Distribuição em subáreas da produção acadêmica (842 trabalhos) sobre conhecimento pedagógico do conteúdo, durante o período de 1986 a 2013, contida no descritor *Ciências Humanas* (Elaborado pela autora)

A subárea de maior destaque é a *Educação* com aproximadamente 46% dos trabalhos da grande área *Humanas*. Dentro dessa subárea encontram-se estudos sobre currículo, planejamento, avaliação educacional e ensino-aprendizagem de áreas não especificadas, ou seja, são estudos que abordam esses tópicos independentemente da área de conhecimento: “um grupo de professores do ensino fundamental e médio foram entrevistados sobre avaliação formativa” (VOLANTE; BECKETT, 2011, p. 240). Nota-se que nessa pesquisa o foco é a avaliação, porém os autores não especificam qual a área de conhecimento.

A segunda subárea mais investigada corresponde à *Linguagem*, representando aproximadamente 27% da área. Dentro dessa subárea, compreende o ensino da literatura inglesa, o ensino da língua inglesa e o ensino de outros idiomas como, por exemplo, o trabalho de Galguera (2011) que analisou o desenvolvimento de alunos sobre linguagem acadêmica em Inglês e em Espanhol. Além disso, neste mesmo grupo foram alocados os trabalhos referentes à alfabetização.

O descritor denominado *Outras Áreas* é o de menor participação entre os trabalhos referentes ao PCK, representando apenas 16% da amostragem. Essa área foi sistematizada em três subáreas apresentadas na figura 31.

Chama-se a atenção para os estudos relacionados ao subgrupo *Tecnologia*, constituindo mais de 85% do total da área em questão. Nestes trabalhos, os autores utilizam como instrumento pedagógico a tecnologia educacional e defendem um ensino efetivo e uma melhor compreensão dos conceitos através do uso da tecnologia. Como se pode observar na seguinte pesquisa, na qual os autores investigaram o uso

de “computadores, calculadoras gráficas, e da internet” (GOOS; BENNISON, 2008, p. 106) com o objetivo de verificar como os professores usam essas tecnologias e como ocorre a aprendizagem a partir do uso delas.

Figura 31. Distribuição em subáreas da produção acadêmica (460 trabalhos) sobre conhecimento pedagógico do conteúdo, durante o período de 1986 a 2013, contida no descritor *Outras Áreas* (Elaborado pela autora)

Mishra e Koehler (2009) descrevem um novo conhecimento base para professores: o conhecimento pedagógico e tecnológico do conteúdo – TPCK, da sigla em inglês, *technological pedagogical content knowledge* (figura 32). Esse conhecimento inclui o conhecimento tecnológico (TK – *technology knowledge*) no modelo inicial de Shulman (1986).

Figura 32. Modelo do Conhecimento Pedagógico e Tecnológico do Conteúdo proposto por Mishra e Koehler (2009, tradução nossa)

O TPCK é uma forma emergente de conhecimento que vai além dos três componentes: conteúdo; pedagogia; e tecnologia. Esse é um conhecimento que surge da interação desses três conhecimentos (MISHRA; KOEHLER, 2009). Os autores consideram que o TPCK é a base de um ensino efetivo com tecnologia e exige a compreensão de conceitos usados na tecnologia, bem como das técnicas pedagógicas que se apropriam do uso de tecnologias de maneira construtivista.

Observa-se que, ao representarem o TPCK desta maneira, os autores apropriam-se de um modelo de desenvolvimento integrativo, ou seja, consideram que o TPCK seria o somatório de conhecimentos do conteúdo específico, do conhecimento pedagógico, do conhecimento do contexto e do conhecimento tecnológico. Quando, na verdade, Shulman, em sua proposição inicial, considera o desenvolvimento do PCK como sendo transformativo, ou seja, que apresenta suas características próprias e diferenciadas dos demais conhecimentos.

Mais uma vez nos deparamos com um novo modelo para o conhecimento de professores, de certa forma, dispensável, pois a tecnologia educacional é um instrumento pedagógico. A tecnologia não é uma área nova, ao contrário, trata-se de uma questão didático-pedagógica, ou seja, o conhecimento tecnológico já está incluso no conhecimento pedagógico. Não existe necessidade de se diferenciar estes dois conhecimentos, o pedagógico e o tecnológico. A não ser que o objetivo seja enfatizar uma sociedade que está cada dia mais informatizada, de maneira que os autores podem chamar a atenção dos professores com o intuito de que esses levem o conhecimento tecnológico à sala de aula.

4.4 PRODUÇÃO SOBRE PCK DA ÁREA DE CIÊNCIAS DA NATUREZA E MATEMÁTICA

4.4.1 Distribuição por Métodos e Estratégias para o acesso ao PCK

De modo a determinar quais as formas de acesso ao PCK que os pesquisadores utilizam, investigou-se a metodologia empregada nos trabalhos contidos somente no descritor *Ciências da Natureza e Matemática* (amostragem com 1716 estudos distintos) (FERNANDEZ; GOES, 2014).

Desta análise, foram estabelecidos oito descritores distintos, resultantes das leituras dos resumos e, somente quando necessário⁴, dos trabalhos na íntegra. Esses descritores estão indicados na tabela 4.

Tabela 4. Distribuição da produção acadêmica (1716 trabalhos) sobre PCK da área de *Ciências da Natureza e Matemática* entre os diferentes Métodos e Estratégias para o acesso ao PCK

Métodos e Estratégias (Frequência)	Indicadores (Frequência)⁵
Entrevistas (471)	Entrevista Semiestruturada (75) Entrevista Estruturada (3) Entrevistas com estrutura não especificada (393)
Observações (405)	Registro audiovisual (123) Discussões (47) Grupos Focais (26) Notas de Campo (25) Vinhetas (10) Observações Gerais (223)
Formação de professores (359)	Cursos (172) Programas (142) Oficinas (41)
Testes e Questionários (369)	Questionário (215) Pré e Pós teste (61) Provas (81) Teste de Múltipla Escolha (26)
Análise de Documentos (334)	Atividades Escritas - relatório de aula prática, lição de classe, lição de casa, trabalhos escritos, etc. (191) Documentos em geral (83) Plano de Aula (66)
Variadas Metodologias (129)	Estudo de Caso (129)
Outros (113)	Outras Estratégias e Métodos (75) Mapas Conceituais (18) Representação do Conteúdo - CoRe (20) Repertório de experiência pedagógico e profissional - PaP-eRs (7)
Sem metodologia especificada (67)	

Fonte: Elaborado pela autora

Não foi possível identificar qual a forma de acesso ao PCK adotada em, aproximadamente, 4% da amostra investigada, sendo estes incluídos no descritor *Sem metodologia especificada*. Isto ocorreu, pois não foi possível ter acesso a todos os textos na íntegra. Além disso, a leitura apenas dos resumos desses trabalhos, como já destacado, não foi suficiente para empreender essa distribuição.

Como se pode observar no resumo a seguir, os autores não trazem qualquer indício em relação ao método ou estratégia adotada:

⁴ Só foram realizadas as leituras dos trabalhos na íntegra quando se tinha acesso ao trabalho completo e quando o resumo não trazia nenhuma informação importante para ser distribuído entre os indicadores.

⁵ A soma das frequências de cada indicador pode não equivaler ao total da frequência do descritor de Métodos e Estratégias correspondente, pois vários trabalhos foram classificados em dois ou mais indicadores.

Este estudo analisou o processo de transformação do conhecimento pedagógico do conteúdo associado à tomada de decisão curricular do ensino dos professores de educação física. Os resultados indicaram que os professores compartilhavam uma base de conhecimento de conteúdo comum, mas demonstrou repertórios de conhecimento pedagógico do conteúdo personalizados (CHEN; ENNIS, 1995, p.389, tradução nossa)

Grande parte dos trabalhos analisados utiliza mais de um instrumento como forma de acesso ao PCK: “Os dados coletados incluem gravações em vídeo das aulas de ciências, entrevistas com cada professor e de alguns de seus alunos, o trabalho dos alunos, documentos de planejamento dos professores e as notas de observação” (CLARK; GROVES, 2012, p. 493). Observa-se que para esse estudo os autores apropriaram-se de cinco métodos de investigação.

Na figura 33, pode-se observar a distribuição dos 1716 trabalhos sobre PCK pertencentes à área de *Ciências da Natureza e Matemática*, nos diferentes descritores sobre métodos e estratégias para acesso ao PCK.

Figura 33. Distribuição nos métodos e nas estratégias adotadas dos trabalhos que apresentam a palavra-chave PCK, contidos no descritor *Ciências da Natureza e Matemática* (1716 trabalhos), publicados entre 1986 e 2013 (Elaborado pela autora)

Analisando a figura 33, nota-se que a entrevista é o método mais utilizado na forma de acesso ao PCK, seguida de observações, formação de professores, testes e questionários, análise de documentos, variadas metodologias e outros. A seguir, será exibido uma breve descrição de cada um desses oito indicadores e quais os critérios adotados em cada um deles para realizar a distribuição dos trabalhos.

Entrevistas

O instrumento mais utilizado como forma de acesso ao PCK é a *Entrevista*. Este método visa recolher dados e pode ser utilizado em conjunto com a observação, análise de documentos e outras técnicas. Em boa parte das entrevistas, o sujeito e o investigador se conhecem previamente, e essa relação permite que o sujeito fique mais à vontade durante a entrevista. Boas entrevistas caracterizam-se pelo fato de os sujeitos investigados sentirem-se à vontade e dessa forma falarem livremente a respeito de seus pontos de vista (BOGDAN; BIKLEN, 1994). As entrevistas variam de acordo com seu grau de estruturação.

Do total de trabalhos agrupados na área de *Ciências da Natureza e Matemática*, percebe-se que mais de 27% adotam as entrevistas como método de coleta de dados. Neste trabalho, as entrevistas foram divididas em três grupos:

- *Entrevistas Estruturadas*: consistem em perguntas fechadas, nas quais o investigador controla o conteúdo e condiciona o sujeito a dar respostas formuladas. São poucos os trabalhos analisados que utilizam este tipo de entrevista, um deles é o de Southerland, Sowell e Enderle (2011, p.437, tradução nossa, grifo nosso): “Através de uma série de entrevistas estruturadas realizadas com 18 professores de ciências em serviço”.
- *Entrevistas Semiestruturadas*: combinam perguntas fechadas e abertas, nas quais permitem ao entrevistado discorrer sobre o tema em questão sem se prender ao questionamento formulado, ou seja, a ordem das questões abordadas não obedece a uma sequência rígida. Esse tipo de entrevista facilita a abordagem e, ao mesmo tempo, garante que todas as ideias iniciais serão cobertas ao longo da conversa (MINAYO, 2006). O trabalho de Park e Chen (2012, p. 922, tradução nossa, grifo nosso) apropriam-se desse tipo de entrevista: “As fontes de dados incluíram observações em sala de aula, entrevistas semiestruturadas[...]”.
- *Entrevistas Gerais*: quando o tipo de entrevista não estava especificado, o trabalho foi classificado no indicador como o estudo de De Jong e Van Driel (2004, p.947, tradução nossa, grifo nosso): “Os dados da pesquisa foram obtidos através de entrevistas com alunos de licenciatura, individualmente”. Observa-se que nesse caso, não é possível estabelecer qual estrutura foi utilizada, sabe-se apenas, que foram realizadas entrevistas.

Dentre os trabalhos que optam pela entrevista como método de coleta de dados, a maior parte, 84%, não especifica qual é o tipo de entrevista realizada. Dentre aqueles que especificaram, a preferência se dá pela utilização de entrevistas

semiestruturadas, aproximadamente 16% dos trabalhos analisados, enquanto menos que 1% opta pelas entrevistas estruturadas.

Observações

O segundo descritor mais evidente é *Observações*, com 24% do total de trabalhos analisados. Essa é uma estratégia na qual os pesquisadores realizam uma observação do que está acontecendo em um determinado contexto, tendo em vista um determinado assunto. Essas observações podem ser coletadas de diversas maneiras, aqui divididas em seis subgrupos: *Observações Gerais*, *Registro audiovisual*, *Discussões*, *Grupos Focais*, *Notas de Campos* e *Vinhetas*.

- *Observações Gerais*: entende-se este indicador como uma técnica em que o investigador está presente em uma determinada situação social com o objetivo de realizar uma investigação científica. O investigador pode ser um observador-participante, no qual faz parte do contexto e está, ao mesmo tempo, modificando e sendo modificado por este contexto (MINAYO, 2006) ou pode ser um observador não participante, no qual o investigador não interfere no ambiente em que está inserido. Savasci e Berlin (2012, p.65, tradução nossa, grifo nosso) utilizam, entre outros métodos, as observações como uma ferramenta de análise: “Dados de quatro professores de ciências em duas escolas incluiu entrevistas, [...] e observações em sala de aula [...]”.
- *Registros Audiovisuais*: são ferramentas para estudar fenômenos complexos como a prática pedagógica, que é carregada de vivacidade e dinamismo, além de sofrer interferência simultânea de diversas variáveis. Garcez, Duarte e Einsenberg (2011) indicam que os registros audiovisuais permitem registrar aspectos difíceis de serem capturados através de outros recursos como, por exemplo, expressões faciais e corporais. Observa-se a utilização de registro audiovisual no trabalho de Schneider (2013, p.2, tradução nossa, grifo nosso): “[...] foram analisadas entrevistas e registro audiovisual de salas de aulas [...]”.
- *Notas de Campo*: são anotações diárias que o investigador vai realizando sobre o que observa. Essas anotações podem conter impressões pessoais, conversas informais, comportamentos, manifestações, entre outros aspectos (MINAYO, 2006). A pesquisa de Stran, Sinelnikov e Woodruff (2012, p.287, tradução nossa, grifo nosso) utiliza essa ferramenta: “Os

dados incluem grupos focais, reflexões, planos de aula por dia e notas de campo".

- *Vinheta*: consiste em uma breve descrição, podendo ser uma descrição narrativa, por escrito ou até mesmo em registro audiovisual, e que visam retratar situações específicas (GALANTE et al., 2003). A vinheta foi utilizada como uma das metodologias de acesso ao PCK no trabalho de Boz e Boz (2008, p.135, tradução nossa, grifo nosso): "Os dados foram coletados por meio de uma vinheta, entrevistas semiestruturadas, e planos de aula".
- *Discussões*: este indicador contém aqueles trabalhos que se apropriam da troca de ideias, de debates sobre um determinado assunto para coletar dados e informações. Normalmente, as discussões são feitas em grupo, onde cada pessoa defende seus argumentos. Hobbs (2012) estabelece suas conclusões sobre o desenvolvimento do conhecimento matemático para o ensino através da promoção de discussões em sala de aula.
- *Grupos Focais*: são um tipo de discussão, promovido por uma pessoa, que constitui uma conversa, porém é realizada em grupos pequenos e homogêneos. Essa técnica deve ser planejada para que promova a interação entre os participantes, seja para promover um consenso ou para explicitar divergências (MINAYO, 2006). Morrison (2013), por exemplo, realiza quatro grupos focais em sua pesquisa com professores do Ensino Fundamental.

Entre os trabalhos situados nesse descritor, observa-se que os pesquisadores optam preferencialmente pela utilização de observações gerais (55%), subsequente de registros audiovisuais (33%).

Formação de professores

No descritor, *Formação de professores*, encontram-se estudos que optam por desenvolver algum programa ou curso, para conseguir promover e registrar o conhecimento dos professores.

Esse descritor foi dividido em três indicadores *Programas*, *Cursos* e *Oficinas*. Para a diferenciação dos trabalhos nesses grupos, utilizou-se o critério de tempo, ou seja, a diferença entre curso e programa é a duração, sendo que normalmente os cursos têm curta duração quando comparados à maior duração dos programas. O descritor *oficinas* diferencia-se dos outros dois grupos pertencentes a esse descritor por apresentar um caráter mais prático, ou seja, os participantes tem um envolvimento

maior com o palestrante seja em discussões ou até mesmo vivenciando experiências relacionadas com o tema em questão.

Desta forma, estabeleceu-se o seguinte padrão:

- *Programas*: mais do que seis meses de duração
“[...] dezesseis professores participaram durante um ano do programa” (EYLLON; BERGER; BAGNO, 2008, p. 619, tradução nossa, grifo nosso).
- *Cursos*: até seis meses de duração, sem atividade prática:
“Um curso de verão de duas semanas foi fornecido para 50 professores de ciências do ensino médio [...]” (CRIPPEN; BIESINGER; EBERT, 2010, p. 637, tradução nossa, grifo nosso).
- *Oficinas*: até quinze dias de duração, com atividade prática:
“Uma oficina de quatro dias foi dado no Nepal para fornecer uma visão geral do programa GeoGebra e sua possível integração no processo de ensino/aprendizagem de matemática do ensino médio de lá” (MAINALI; KEY, 2012, tradução nossa, grifo nosso).

Para os estudos agrupados nesse descritor, observa-se que mais de 48% dos pesquisadores optam por desenvolver cursos específicos, o que representa 10% do total de trabalhos analisados na área de *Ciências da Natureza e Matemática*.

Testes e Questionários

O descritor *Testes e Questionários* apresenta métodos do tipo questionários e provas em geral como representado nos trabalhos de Corlu, Capraro e Corlu (2011, p.72, tradução nossa, grifo nosso): “O estudo empregou uma análise quantitativa de pré e pós-teste (...)” e Lee e Luft (2008, p.1343, tradução nossa, grifo nosso): “Neste estudo, foi utilizado um questionário de final de ano como uma fonte de dados primários (...)”.

Esse descritor foi dividido em quatro indicadores, relatados abaixo, sendo possível observar a preferência pela utilização de questionários, representando 58% desse descritor.

- *Questionários*: série de questões que abrangem um determinado tema, específico ou não.
- *Pré e pós-testes*: questionários ou outras formas que são realizados antes de uma intervenção (pré-teste) e depois da intervenção (pós-teste).
- *Provas*: série de questões que abrangem um conteúdo específico e com intuito de avaliação.

- *Teste de múltipla escolha*: série de questões que solicitam apenas respostas fechadas.

Uma vez que pré e pós-testes podem estar inclusos em questionários ou vice-versa, assim como as provas podem ser testes e vice-versa, quando não indicado claramente no resumo qual o método adotado, fez-se necessário uma leitura do texto na íntegra para conseguir essa distinção entre os indicadores aqui estabelecidos.

Análise de documentos

Esse descritor refere-se à estratégia utilizada pelos pesquisadores através da coleta de dados em documentos escritos. Esse descritor representa 19% dos trabalhos referentes a área de *Ciências da Natureza e Matemática* e divide-se em três indicadores:

- *Atividades*: Entendem-se atividades como exercícios propostos que resultam em um documento escrito, que será o material analisado pelo investigador. Entre esses materiais, compreendem-se os relatórios de atividades práticas, trabalhos escritos, lições de casa, lições de classe, entre outros.
- *Documentos em geral*: Entende-se aqui os documentos que podem ser tanto documentos pessoais quanto documentos oficiais. Os documentos pessoais são os materiais que os próprios sujeitos escreveram como, por exemplo, diários íntimos, cartas pessoais e autobiografias (BOGDAN; BIKLEN, 1994). Os documentos oficiais são os memorandos, minutas de encontros, boletins informativos, anuários, notas, documentos sobre políticas, propostas, código de ética, registro dos estudantes, relatórios psicológicos, registro de testes, registro de frequência das aulas, comentários de professores, declarações de filosofia, comunicados à imprensa, entre outros (BOGDAN; BIKLEN, 1994). O trabalho de Buaraphan (2012, p.353, tradução nossa, grifo nosso) utiliza a análise de documentos como uma ferramenta para coleta de dados: “Observação de aulas, entrevistas após o ensino, e uma coleção de documentos relacionados também foram utilizados para coletar dados.”
- *Plano de Aula*: pode ser considerado como um documento pessoal, pois, teoricamente, cada professor escreve seu próprio plano de aula, ou seja, é específico para cada contexto. Optou-se por criar esse descritor e não simplesmente agrupar junto aos documentos gerais, pois os trabalhos, de forma geral, especificavam quando analisavam planos de aula: “[...] cinco

planos de aula de cada par foram analisados [...]” (PLUMMER, 2012, tradução nossa, grifo nosso).

Para esse descritor, observa-se que 57% optam pelo uso de *Atividades*, 25% de *documentos em geral* e 18% utilizam *plano de aula*.

Variadas Metodologias

O descritor *variadas metodologias* refere-se aos trabalhos que adotam como metodologia o *Estudo de caso*. Os estudos de caso consistem na: “[...] versatilidade metodológica não exigida, necessariamente, para o uso de outros métodos e seguir determinados procedimentos formais para assegurar o controle de qualidade, durante o processo de coleta de dados [...]” (YIN, 2010, p.152). Sendo assim, o fundamental é a utilização de diversas técnicas e métodos ou até mesmo de teorias e a utilização de várias fontes de evidência. De acordo com Yin (2010), as fontes de evidências mais comumente utilizadas são “documentação, registros em arquivos, entrevistas, observações diretas, observação participante e artefatos físicos” (p. 127).

Os estudos de caso, diferentemente das observações e de outros descritores, não são estratégias pontuais, mas sim, estratégias variadas, pois envolvem métodos e estratégias heterogêneos para coletas de dados.

Neste estudo, aproximadamente, 7% dos trabalhos referentes à área de *Ciências da Natureza e Matemática*, apropriam-se dessa metodologia, evidenciando seu uso na seguinte passagem: “o seguinte estudo de caso examina as expectativas e reações de um grupo de professores que estão terminando o curso de matemática” (ANDREW, 2006, p.1, tradução nossa, grifo nosso).

Outros

Apesar de ser menos evidente, com apenas 6% dos trabalhos da área de *Ciências da Natureza e Matemática*, chama-se a atenção para o descritor *Outros*, visto que neste grupo encontram-se métodos e estratégias que estão ligadas mais diretamente com o acesso ao PCK. Nesse descritor encontram-se quatro indicadores: *outras estratégias e métodos*; *mapas conceituais*; *representação do conteúdo (CoRe)*; e *repertório de experiência pedagógico e profissional (PaP-eRs)*.

O indicador *outras estratégias e métodos* refere-se às metodologias e estratégias específicas que os pesquisadores têm desenvolvido para acessar e documentar o PCK: “Ferramentas específicas foram desenvolvidas para acessar o PCK dos professores” (COHEN; YARDEN, 2009, p. 131). Os trabalhos contidos nesse descritor apresentam diversos métodos e estratégias sem, no entanto, apresentarem um nome específico, diferentemente dos demais indicadores contidos neste descritor.

Como é o caso das ferramentas: Representação do Conteúdo (CoRe) e Repertório de Experiência Pedagógica e Profissional (PaP-eR) (LOUGHRAN; MULHALL; BERRY, 2004): “O documento é baseado em um estudo longitudinal de dois anos que utilizou CoRes e PaP-eRS (...)” (BERTRAM; LOUGHRAN, 2012, p. 1028).

No caso do CoRe, seus autores se referem a um instrumento para acesso ao PCK, mas também como uma forma de desenvolver o 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.

Apesar do CoRe e dos PaP-eRs terem sido desenvolvidos para investigar o PCK de professores, o que se observa é que eles são pouco utilizados, predominando a opção por desenvolver novos métodos e estratégias, utilizados em 66% dos trabalhos analisados nesse descritor (*outras estratégias e métodos*). Isso pode ser devido à falta de informações no resumo, pois somente com a leitura na íntegra dos trabalhos a opção por aqueles métodos e/ou estratégias pode ser determinada.

Nesse descritor constata-se o seguinte perfil: outras estratégias e métodos > mapas conceituais > CoRe > PaP-eRs.

4.4.2 Distribuição por Experiência do Professor e Nível Escolar

Esse recorte metodológico é importante, pois, sendo o PCK um conhecimento base para professor (ABELL, 2008), é pertinente verificar quais professores tem sido alvo de investigação.

Entretanto, nem todos os trabalhos apresentavam as características dos professores investigados:

Este artigo apresenta uma metodologia inovadora para avaliação e, possivelmente, o desenvolvimento do "conhecimento pedagógico do conteúdo" (PCK) de professores de matemática. O estudo relatado aqui se baseia no trabalho anterior que envolveu o desenvolvimento de um teste de diagnóstico para o tema da "razão e proporção". Uma versão modificada deste teste foi aplicado como um questionário a uma amostra de professores de matemática com o objetivo de avaliar o seu PCK. A adoção do modelo de Rasch para a análise dos dados fornece ferramentas de feedback, como "mapas do item" e "mapas de desempenho". Essas ferramentas, juntamente com o instrumento de diagnóstico são propostas como uma abordagem nova e mais eficiente para explorar o conhecimento necessário para o ensino (MISAILIDOU, 2008, p.391, tradução nossa)

Pode-se observar no resumo citado acima que em nenhum momento o autor apresenta características do professor. Apenas diz que são professores de matemática, mas não diz se é um professor experiente ou iniciante, nem em que nível escolar esse estudo está inserido.

Por outro lado, há trabalhos que expõem tanto qual é a experiência do professor quanto qual é o nível escolar investigado como, por exemplo:

Foram examinadas as preocupações dos futuros professores sobre transformar seus conhecimentos acadêmicos em atividades de ensino (preocupações com o conteúdo pedagógico). Futuros professores de química elaboraram individualmente aulas de química para o ensino médio. Durante as reuniões do grupo, apresentaram e discutiram seus planos de aula. Dados de entrevistas, durante sessões individuais e de grupo, revelaram uma série de preocupações de conteúdo pedagógico (DE JONG, 2000, p.127, tradução nossa)

Nota-se que os sujeitos de pesquisas são futuros professores e o nível escolar abrangido é o Ensino Médio. Dessa forma, dos 1716 trabalhos analisados (trabalhos contidos no descritor *Ciências da Natureza e Matemática*), em apenas 64 trabalhos (4% deles) não foi possível realizar a distribuição em um desses indicadores (figura 34).

Figura 34. Distribuição dos 1716 trabalhos que apresentam a palavra-chave PCK, publicados entre 1986 e 2013 contidos no descritor *Ciências da Natureza e Matemática*, de acordo com as descrições da experiência do professor e do nível escolar abrangido (Elaborado pela autora)

De acordo com a figura 34, observa-se que boa parte dos trabalhos analisados (39%) identifica tanto a titulação dos professores quanto o nível escolar. Apenas 16% apresentam informações sobre o tempo de experiência do professor. E a maioria dos trabalhos investigados (42%) apresenta apenas o nível escolar investigado.

Experiência do professor

Para a distribuição dos trabalhos em relação à experiência do professor, adotaram-se os seguintes critérios:

- Professores em formação inicial: alunos de licenciatura (estagiários)
- Professores iniciantes: professores recém-formados, com menos de cinco anos de docência
- Professores experientes: professores com mais de cinco anos de docência
- Não identificado: não especifica o tempo de docência

Normalmente, os resumos indicavam o tempo de experiência do professor de forma direta como, por exemplo, no trabalho De Jong, Van Driel e Verloop (2005, p. 947, grifo nosso): “Um grupo de futuros professores (n = 12) participou de um módulo do curso introdutório experimental sobre o uso de modelos de partículas [...]”, observa-se que os sujeitos de pesquisa nesse caso são professores em formação inicial. No caso da pesquisa de Al-Amoush, Markic e Eilks (2012, p. 314, grifo nosso) identifica-se explicitamente os sujeitos de pesquisa: “O estudo é baseado em entrevistas semi-estruturadas com 12 professores de química experientes de 10 escolas diferentes [...]”.

Além disso, um mesmo trabalho pode apresentar um estudo com dois tipos de sujeito: “Os participantes eram professores (N = 5) com cinco ou mais anos de experiência de ensino, e professores iniciantes (N = 5)” (TAN et al., 1994). A distribuição dos trabalhos referentes à área de *Ciências da Natureza e Matemática* de acordo com o tempo de experiência do professor encontra-se na tabela 5.

Tabela 5. Descritores sobre Experiência dos Professores e Quantidade de Trabalhos correspondentes a esses descritores

Experiência dos Professores	Frequência⁶
Professores em formação inicial	662
Professores Iniciantes	133
Professores Experientes	104
Não identificado	889

Fonte: Elaborado pela autora

Pode-se perceber que mais de 38% dos trabalhos analisados apresentam como foco os professores em formação inicial. Esse resultado pode ser explicado pelo fato de estagiários serem mais flexíveis (KIND, 2009b), além de indicar a atual

⁶ A soma das frequências de cada indicador não corresponde a amostragem total (1716 trabalhos), pois vários trabalhos foram classificados em dois ou mais indicadores simultaneamente.

preocupação existente com os cursos de formação de professores. O acesso e o esclarecimento do PCK durante a formação inicial de professores pode auxiliar os licenciandos no processo de se tornarem melhores professores.

Apenas 6% das pesquisas são realizadas com professores experientes, esses dados podem representar a falsa ideia que, por serem professores experientes, seus conhecimentos já estão bem consolidados e que suas práticas são eficientes. As pesquisas sobre PCK também podem auxiliar professores experientes a desenvolverem práticas mais reflexivas.

Observa-se que uma quantidade significativa dos trabalhos, 52%, não identifica a experiência do professor. Vale ressaltar, que isso não significa que o estudo não identifica o sujeito de pesquisa, mas que apenas não leva em conta o tempo de serviço do professor investigado. A experiência do professor é uma variável importante a se considerar dentro das pesquisas sobre PCK. Diversos estudos apontam a existência de diferenças entre professores iniciantes e professores experientes (KIND, 2009a; LIN; TSAI, 1999; WINITZKY, 1994).

Nível Escolar

Para a análise sobre o nível escolar retratado nos estudos, foi importante definir cada nível de maneira específica. Esta pesquisa é de âmbito internacional, logo os trabalhos analisados são provenientes de vários países e cada país adota seu respectivo sistema educativo. Desta forma, para a classificação dos trabalhos em questão, utilizou-se o sistema brasileiro de classificação de nível escolar (BRASIL, 2011). Sendo assim, estabeleceram-se cinco indicadores, nos quais os trabalhos foram classificados de acordo com os seguintes critérios:

- Educação infantil: ensino de 0 a 5 anos de idade
- Ensino Fundamental: ensino de 6 a 14 anos de idade
 - Fundamental 1: 1º a 5º anos
 - Fundamental 2: 6º a 9º anos
- Ensino Médio: 15 a 17 anos de idade
- Ensino Superior: após 17 anos
- Não identificado: trabalhos que direcionam sua abordagem de modo mais genérico, sem preocupação com um nível específico

Investigar o nível escolar permite uma análise sobre os níveis escolares privilegiados nas pesquisas, o que acaba revelando quais são as faixas de escolarização que mais preocupam os pesquisadores. Por outro lado, é possível identificar também quais níveis escolares são menos estudados, de maneira a elencar

possíveis razões para essa situação e chamar à atenção dos pesquisadores para a necessidade de estudo em tal âmbito.

Os níveis de ensino escolar, bem como a quantidade de trabalhos referentes a cada nível encontram-se na tabela 6.

Tabela 6. Descritores sobre Nível Escolar e Quantidade de Trabalhos correspondentes a esses descritores

Nível Escolar		Frequência ⁶
Educação Infantil		37
Ensino Fundamental (1071)	Fundamental 1	712
	Fundamental 2	583
Ensino Médio		38
Ensino Superior (341)	Graduação	334
	Pós-Graduação	7
Não identificado		399

Fonte: Elaborado pela autora

De acordo com a tabela 6, observa-se que mais de 62% das pesquisas realizam-se no ensino fundamental, enquanto que o relato de trabalhos sobre PCK na Educação Infantil ocorre em pouco mais de 2% do total, igualando-se às pesquisas destinadas ao Ensino Médio.

Sendo assim, pode-se identificar o seguinte perfil em relação ao nível escolar abrangido nas pesquisas sobre PCK: Ensino Fundamental > Ensino Superior > Ensino Médio > Ensino Infantil.

De modo similar, em um estudo realizado por Megid Neto (2007), verifica-se que a produção voltada para os níveis iniciais de escolarização não corresponde ao esperado, pois esta fase é de grande importância no processo de formação psico-sócio-cognitiva dos indivíduos.

4.4.3 Resumo sobre a produção acadêmica sobre PCK na área de Ciências da Natureza e Matemática

No quadro 7 encontra-se um resumo dos dados obtidos na análise da produção acadêmica sobre PCK para a área de *Ciências da Natureza e Matemática* no período de 1986 a 2013.

Quadro 7. Resumo dos dados obtidos na análise dos 2821 trabalhos empíricos sobre PCK, especificamente na área de *Ciências da Natureza e Matemática* entre os anos de 1986 a 2013

Descritores (quantidade de trabalhos)			
Empíricos (2821)	Ciências da Natureza e Matemática (1716)	Método e Estratégia Adotados (1716)	Análise de documentos (334)
			Entrevistas (471)
			Formação de professores (359)
			Observações (405)
			Outros (113)
			Testes e Questionários (369)
			Variadas Metodologias (129)
			Sem metodologia especificada (67)
		Experiência dos professores (1716)	Professores em formação inicial (662)
			Professores iniciantes (133)
			Professores experientes (104)
			Não identificado (889)
		Nível Escolar (1716)	Educação Infantil (37)
			Ensino Fundamental (1071)
			Ensino Médio (38)
			Ensino Superior (341)
			Não identificado (399)

Fonte: Elaborado pela autora

4.5 DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA SOBRE A PRODUÇÃO DE PCK

Dentre a amostra dos trabalhos referentes ao descritor de *Ciências da Natureza e Matemática* (1716) selecionaram-se apenas os trabalhos que foram publicados na forma de artigos científicos, obtendo-se uma nova amostra com 1291 trabalhos. No final obteve-se mais de dois mil autores, com publicações relacionadas

ao estudo do PCK. Conforme descrito na metodologia, foram feitas duas análises, uma de acordo com a ordem decrescente de autores e outra considerando apenas o primeiro e o último autor, resultando nas duas distribuições mostradas nas figura 35 e figura 36, respectivamente.

Como pode-se observar as duas metodologias não diferem significativamente entre si, pois apresentam praticamente a mesma tendência. Em ambas as metodologias, os nove primeiros países são os mesmos. A diferença reside na quantidade de trabalhos publicados em cada país. Uma diferença significativa é que, ao se considerar apenas o primeiro e o último autor, o Brasil aparece na classificação em décimo lugar (figura 36), posição ocupada pela Nova Zelândia ao considerar a ordem crescente de autores (figura 35).

Figura 35. Distribuição geográfica da produção acadêmica sobre PCK com base nos artigos (1291 trabalhos) pertencentes a *Ciências da Natureza e Matemática*, por ordem decrescente de autor (Elaborado pela autora)

Figura 36. Distribuição geográfica da produção acadêmica sobre PCK com base nos artigos (1291 trabalhos) pertencentes a *Ciências da Natureza e Matemática*, considerando o primeiro e último autor (Elaborado pela autora)

De acordo com as figuras acima, observa-se que os Estados Unidos lidera de forma isolada e está longe de ser ultrapassado por qualquer outro país. Essa posição era de se esperar, pois o PCK teve início nesse país e serviu de base para o desenvolvimento de padrões de ensino para professores iniciantes nos Estados Unidos (ABELL, 2007). Além disso, a maior parte dos pesquisadores envolvidos nos estudos sobre PCK estão presentes em instituições americanas. Esses dados podem ser comprovados de acordo com a participação de pesquisadores na conferência da Cúpula do PCK, onde metade dos grupos de pesquisas era proveniente de Universidades Americanas.

O segundo país com autores mais frequentes é a Austrália. Nesse país encontram-se pesquisadores renomados e de grande contribuição para os estudos e avanços das pesquisas na área de PCK como, por exemplo, Amanda Berry e John Loughran.

5 PRODUÇÃO SOBRE PCK NO ENSINO DE QUÍMICA

O entendimento do conhecimento pedagógico do conteúdo de professores de Química pode trazer subsídios importantes para a área. Ao investigar os trabalhos relacionados à área de Ensino de Química é possível obter dados importantes que podem trazer, além de indícios de como desenvolver o PCK, repertórios desse conhecimento para cursos de formação inicial.

Considerando-se o conjunto dos trabalhos dedicados à investigação do PCK de professores a respeito de conteúdos, ao longo do período de 1986 a 2013, foram encontrados 154 trabalhos sobre PCK no ensino de química. Estes trabalhos abordam diversos conteúdos específicos como, por exemplo, quantidade de matéria (PADILLA et al., 2008), química ácido base (DRECHSLER; VAN DRIEL, 2008), química quântica (PADILLA; VAN DRIEL, 2011) e química verde (GOES et al., 2013).

Não foi possível ter o acesso na íntegra de 17 trabalhos (11%). Para os outros 137 trabalhos (89%) foi realizada uma leitura completa com o intuito de se verificar qual definição sobre o PCK e qual modelo os autores utilizam. Além disso, foi feita uma distribuição destes trabalhos nos descritores já detalhados nos capítulos anteriores (forma de divulgação, métodos e estratégias para o acesso ao PCK, experiência do professor e nível escolar).

5.1 DISTRIBUIÇÃO POR FORMA DE DIVULGAÇÃO

Analisando-se a forma de divulgação dos trabalhos sobre o ensino de química, observa-se a mesma tendência dos trabalhos pertencentes ao descritor *Ciências da Natureza e Matemática*. Ambos os conjuntos de trabalhos seguem o perfil: artigos > comunicações em eventos científicos > teses e dissertações > livros > genérico.

A distribuição dos 154 trabalhos quanto à forma de publicação é apresentada na figura 37.

Figura 37. Distribuição dos 154 trabalhos sobre conhecimento pedagógico do conteúdo no Ensino de Química, durante o período de 1986 a 2013, em relação à forma de divulgação (Elaborado pela autora)

Observa-se, entretanto, que a escolha pelos artigos científicos como meio de divulgação é levemente mais predominante no Ensino de Química, com 90% dos trabalhos, do que na área *Ciências da Natureza e Matemática*, com 85% dos trabalhos.

5.2 DISTRIBUIÇÃO POR MÉTODOS E ESTRATÉGIAS PARA O ACESSO AO PCK

De modo a determinar quais as formas de acesso ao PCK referente ao Ensino de Química, investigou-se a metodologia empregada nos trabalhos e fez-se uma distribuição dos 154 trabalhos entre os oito descritores estabelecidos no capítulo 4 (item 4.4.1).

Não foi possível identificar qual a forma de acesso ao PCK adotada em, aproximadamente, 5% da amostra deste estudo, sendo estes incluídos no descritor *Sem metodologia especificada*. Como já destacado, isto ocorreu, pois não foi possível ter acesso a todos os textos na íntegra e a leitura apenas dos resumos desses trabalhos não foi suficiente para fazer essa distribuição.

Analisando a figura 38, observa-se que a tendência é entrevistas > testes e questionários > análise de documentos > observações > formação de professores > outros > variadas metodologias.

Figura 38. Distribuição nos métodos e nas estratégias adotadas dos 154 trabalhos analisados sobre PCK no Ensino de Química, publicados entre 1986 e 2013 (Elaborado pela autora)

Nota-se que os métodos e estratégias utilizadas nos trabalhos no Ensino de Química apresentam uma tendência distinta daquela observada para os trabalhos contidos no descritor *Ciências da Natureza e Matemática* (entrevistas > observações > formação de professores > testes e questionários > análise de documentos > variadas metodologias > outros).

5.3 DISTRIBUIÇÃO POR EXPERIÊNCIA DO PROFESSOR E NÍVEL ESCOLAR

Como visto anteriormente, a experiência do professor e o nível escolar são variáveis importantes a se considerar dentro das pesquisas sobre PCK.

Independente de ter realizado a leitura dos trabalhos na íntegra, também se deparou com o fato que nem todos os estudos apresentavam em suas descrições essas duas evidências simultaneamente. Ora apresentava somente o período de experiência do professor, ora relatava o nível escolar abrangido, ora apresentava as duas características.

Apesar de não ter o trabalho completo de 17% da amostra, os resumos deram conta de trazer uma dessas duas características em seus textos e, dessa forma, foi possível realizar a distribuição de todos os trabalhos referentes ao Ensino de Química (154 trabalhos) em pelo menos um desses dois indicadores.

Experiência do professor

A distribuição dos trabalhos referentes ao Ensino de Química de acordo com o tempo de experiência do professor encontra-se na tabela 7.

Tabela 7. Descritores sobre Experiência dos Professores e Quantidade de Trabalhos correspondentes a esses descritores para o Ensino de Química

Experiência dos Professores	Frequência⁷
Professores em formação inicial	75
Professores Iniciantes	14
Professores Experientes	23
Não identificado	44

Fonte: Elaborado pela autora

Da mesma forma que no descritor *Ciências da Natureza e Matemática* como um todo, pode-se perceber uma preferência pela investigação do PCK em futuros professores. Mais de 48% dos trabalhos analisados apresentam como foco os professores em formação inicial.

Por outro lado, em relação aos outros descritores, *professores iniciantes* e *professores experientes*, a tendência não é a mesma. Observa-se que 15% das pesquisas são realizadas com professores experientes, à medida que 9% investigam professores iniciantes. Enquanto que no descritor *Ciências da Natureza e Matemática* o perfil encontrado era formação inicial > professores iniciantes > professores experientes, no Ensino de Química observa-se que há mais pesquisas referentes a professores considerados experientes do que professores iniciantes, obtendo-se o seguinte perfil: formação inicial > professores experientes > professores iniciantes.

Atenta-se ao fato que 29% não identificam a experiência do professor. Como discutido anteriormente, isso não significa que o estudo não identifica o sujeito de pesquisa, mas apenas não leva em conta o tempo de serviço do professor investigado.

⁷ A soma das frequências de cada indicador não corresponde a amostragem total (154), pois há trabalhos classificados em dois ou mais indicadores simultaneamente.

Nível Escolar

Os níveis de ensino escolar, bem como a quantidade de trabalhos referentes encontram-se na tabela 8.

Não se observaram estudos sobre PCK no Ensino de Química na Educação Infantil. Esse fato já era esperado, pois, normalmente, o Ensino de Química inicia-se nas séries finais do Ensino Fundamental e, dificilmente, é abordado durante a Educação Infantil.

Tabela 8. Descritores sobre Nível Escolar e Quantidade de Trabalhos correspondentes a esses descritores para o Ensino de Química

Nível Escolar		Frequência ⁷
Educação Infantil		0
Ensino Fundamental (68)	Fundamental 1	18
	Fundamental 2	55
Ensino Médio		23
Ensino Superior (11)	Graduação	10
	Pós-Graduação	1
Não identificado		55

Fonte: Elaborado pela autora

Por outro lado, observa-se que mais de 44% das pesquisas realizam-se no ensino fundamental, enquanto que o relato de trabalhos sobre PCK no Ensino de Química ocorre em 15% no Ensino Médio. E os estudos dedicados ao Ensino Superior representam apenas 7% da amostra referente aos trabalhos sobre PCK no Ensino de Química.

5.4 DISTRIBUIÇÃO POR DEFINIÇÃO PARA O PCK

De modo a determinar quais são os conceitos de PCK mais utilizados na literatura, investigaram-se os trabalhos sobre PCK referentes ao Ensino de Química (amostragem com 154 estudos distintos).

Desta análise foram estabelecidos dez descritores distintos, resultantes das leituras dos trabalhos na íntegra. Esses descritores estão indicados na tabela 9.

Em decorrência do fato de não ter acesso completo a todos os trabalhos e não ser possível a identificação das definições sobre PCK adotadas apenas pela leitura do resumo, esses estudos foram agrupados no descritor *Não identificados*.

O descritor *Sem definição*, neste caso, inclui trabalhos em que os autores não utilizaram nenhuma definição sobre o PCK.

Os outros oito descritores surgiram a partir da leitura dos trabalhos e do agrupamento de ideias similares entre os conceitos encontrados nos diferentes estudos. Além disso, tomaram-se como base as definições encontradas na literatura que foram apresentadas no capítulo 2 (item 2.1).

Ao se observarem os descritores, nota-se que a maioria dos conceitos utilizados é proveniente de definições elaboradas por Shulman. Ou seja, os pesquisadores apropriam-se diretamente das definições apresentadas por Shulman e não de outras definições e interpretações apresentadas por diversos autores.

Tabela 9. Definições adotadas nos 154 trabalhos sobre PCK do Ensino de Química

Definição adotada sobre o PCK	Frequência
Amalgama entre o conteúdo e a pedagogia	19
Transformar o conteúdo da disciplina em um conhecimento ensinável	19
Conhecimento sobre como pode ser ensinado um determinado conteúdo	19
Formas de representar e formular o tema para que este seja compreensível para os outros	8
Conhecimento que permite ao professor perceber quando um tópico é mais fácil ou difícil	4
Conhecimento adquirido principalmente através da experiência	3
Categorias de Grossman	3
Conhecimento que diferencia o professor dos especialistas das diversas áreas do conhecimento	1
Sem definição	61
Não identificados	17

Fonte: Elaborado pela autora

De acordo com a tabela 9 observa-se que a maior parte dos trabalhos (40%) não adota uma conceitualização de PCK. Estes trabalhos simplesmente utilizam e fazem referencia ao PCK sem, no entanto, conceituá-lo. Como por exemplo, Chittleborough e Treagust (2008, p.480, tradução nossa) utilizam o termo PCK sem se preocuparem com a definição: “Os resultados desse estudo podem ser utilizados para informar o conhecimento pedagógico do conteúdo sobre o ensino com diagramas químicos”.

Da mesma forma, outros autores também não fazem uso de qualquer definição sobre PCK como, por exemplo, no estudo de Tal (2004, p.139, tradução nossa): “Isto pode contribuir para o conhecimento pedagógico do conteúdo dela”. Parece que, tanto

nesses como em outros trabalhos que não apresentam uma definição para o PCK, os autores já utilizam esse termo como se ele já estivesse bem consolidado na literatura e não se fizesse necessário sua explicação.

Ao analisar os dados da tabela 9, verifica-se uma equivalência entre três definições, juntas elas são responsáveis por aproximadamente 36% dos trabalhos.

A primeira definição apresentada na tabela 9 corresponde a 12% dos trabalhos investigados, nos quais os autores definem o PCK como uma “amalgama entre o conteúdo e a pedagogia”. Essa é a definição feita por Shulman em seu artigo de 1987 (Shulman, 1987). Vale ressaltar que nem todos os autores utilizam a palavra “amalgama”, mas utilizam palavras que apresentam o mesmo sentido como, por exemplo, junção, união, combinação ou ligação.

Outros 12% dos estudos analisados identificam o PCK como o conhecimento necessário para “transformar o conteúdo da disciplina em um conhecimento ensinável”. Esta definição também remete à ideia de Shulman e, mais especificamente, de Geddis e colaboradores (1993, p.581): “um conhecimento que desempenha um papel na transformação do tema em uma forma mais acessível ao aluno”.

Em outra definição, que também correspondente a 12% dos trabalhos analisados, os autores acreditam que o PCK seria o conhecimento sobre como pode ser ensinado um determinado conteúdo.

Semelhante a essa definição, 5% dos estudos identificam o PCK como o conhecimento das formas de representar e formular o tema para que este seja compreensível para os outros. Essa definição em específico está associada à fala de Shulman quando ele se refere aos aspectos incluídos no PCK:

Dentro da categoria de conhecimento pedagógico do conteúdo eu [Shulman] incluo, para os tópicos mais regularmente ensinados numa determinada área do conhecimento, as formas mais úteis de representação dessas ideias, as analogias mais poderosas, ilustrações, exemplos e demonstrações – numa palavra, os modos de representar e formular o tópico que o faz compreensível aos demais (SHULMAN, 1986, p. 9)

Ambas as definições retratam o PCK como o conhecimento das maneiras de se ensinar um determinado conteúdo. A diferença consiste no maior detalhamento da última apresentada. Nela, aparece o conhecimento sobre as representações e estratégias e instrucionais, ao ressaltar a importância de se conhecer meios e formas alternativas para tornar o conteúdo específico compreensível aos alunos.

Outros 3% definem o PCK como o conhecimento que permite ao professor perceber quando um tópico é mais fácil ou difícil. Novamente podem-se verificar as

palavras de Shulman (1986, p. 9): “[...] conhecimento pedagógico do conteúdo também inclui o entendimento do que faz a aprendizagem de tópicos específicos fáceis ou difíceis [...]”.

Em 2% dos trabalhos pode-se verificar a utilização das categorias propostas por Grossman (1990) para definir o PCK, ou seja, o conhecimento das compreensões dos estudantes; o conhecimento do currículo e o conhecimento das estratégias instrucionais, além de afirmarem que PCK é influenciado pelas concepções dos propósitos para ensinar um conteúdo específico.

Verifica-se que 2% afirmam que o PCK é o conhecimento adquirido principalmente através da experiência e apenas em 1% dos trabalhos aqui analisados, os autores dizem que o PCK é o conhecimento que diferencia o professor dos especialistas das diversas áreas do conhecimento.

5.5 DISTRIBUIÇÃO POR MODELO DE PCK UTILIZADO

De modo similar e com a mesma amostragem (154 trabalhos distintos) foram investigados os modelos utilizados pelos pesquisadores sobre o PCK.

Da mesma forma, em 11 % do conjunto analisado não foram identificados devido à indisponibilidade dos trabalhos completos, sendo estes agrupados no descritor *Não Identificados*.

O descritor *Sem Modelo* inclui os trabalhos em que os autores não utilizaram nenhum modelo sobre o PCK.

Da leitura dos trabalhos, observou-se a utilização de sete modelos diferentes de PCK. Os modelos, bem como a frequência em que são utilizados estão representados na tabela 10.

A partir da análise da tabela 10, chama-se a atenção para o fato de 77% das pesquisas analisadas não adotarem nenhum modelo em seus estudos. Esse dado leva a reflexão sobre a importância e a pertinência da proposição de tantos modelos ao longo dos anos. A baixa utilização dos modelos nos estudos analisados conduz ao questionamento sobre a utilidade deles. Como visto no capítulo 2, existem 18 modelos durante o período de 1986 a 2013, porém, apenas sete são referenciados em estudos empíricos no ensino de Química, representando apenas 12% dos trabalhos.

Ao analisar esses dados, uma possível inferência é a falta de consistência teórica nos artigos sobre PCK, uma vez que os autores não comentam sobre o modelo utilizado.

Tabela 10. Modelos adotados nos 154 trabalhos sobre PCK do Ensino de Química

Modelo Adotado	Frequência
Magnusson, Krajcik e Bork	8
Grossman	3
Morine-Dershimer e Kent	3
Rollnick et. al	2
Park e Oliver	1
Tamir	1
Hasweh	1
Sem Modelo	118
Não identificados	17

Fonte: Elaborado pela autora

Apenas 12% dos trabalhos apropriam-se, de alguma forma, de um dos modelos propostos na literatura. Apesar de serem pouco utilizados em relação ao montante total de trabalhos, observa-se a preferência pelo uso dos modelos de Magnusson e colaboradores (1999) e de Grossman (1990). O modelo mais recorrente, com 5% dos casos, é o proposto por Magnusson e colaboradores, seguido pelo modelo de Grossman (1990) com 2% dos estudos. Vale ressaltar que Magnusson e cols. se basearam no modelo de Grossman. Tanto o modelo de Grossman quanto o modelo de Magnusson e colaboradores são modelos direcionados ao Ensino de Ciências. Como observado nas análises, a área de Ciências é uma das que apresenta maior representatividade com trabalhos sobre PCK. Além disso, Grossman foi a primeira pesquisadora a sistematizar os elementos do PCK. Esses fatores podem ser indícios do porquê desses dois modelos serem os mais utilizados na literatura.

Outro modelo com significativa frequência entre os trabalhos analisados é o de Morine-Dershimer e Kent (1999), que representa 2% dos estudos.

Os modelos de Park e Oliver, Tamir e Hasweh são utilizados apenas uma vez cada.

Fazendo uma comparação com os pesquisadores participantes na Cúpula do PCK, realizada em 2012, não observa-se muita diferença nos dados encontrados a respeito da utilização de modelos. Entre os 12 grupos de pesquisa participantes do evento, 25% deles afirmam que não adotam nenhum modelo de PCK. Apenas nove

grupos (75%) utilizam algum modelo em seus estudos. Igualmente as pesquisas relacionadas ao Ensino de Química, a maioria (5 grupos - 42%) dos pesquisadores presentes na conferência opta pelo modelo da Magnusson e colaboradores. Por outro lado, nenhum dos grupos utiliza o modelo de Grossman. Entretanto, se nos atentarmos ao fato de que o modelo de Magnusson e cols. é baseado no modelo de Grossman, pode-se dizer que os pesquisadores apropriam-se das mesmas categorias de conhecimento base para o professor e dos mesmos elementos do PCK. A única diferença consiste na inclusão do conhecimento da avaliação. Outro modelo que também aparece é o de Park e Oliver, utilizado por apenas uma equipe.

Além disso, enquanto que nos artigos sobre PCK na área do Ensino de Química, poucos autores referem-se ao modelo integrativo/ transformativo, a ideia desses modelos de desenvolvimento de PCK está presente em boa parte das pesquisas das equipes participantes da conferência. Cinco grupos (42%) definem o PCK como sendo a transformação de outros tipos de conhecimentos de professores enquanto que quatro grupos (33%) pensam no PCK tanto como uma transformação quanto uma integração. Apenas uma equipe (8%), a de Gess-Newsome, define o PCK como uma integração dos conhecimentos bases.

6 PCK NO CAMPO DA EDUCAÇÃO E NO ENSINO DE QUÍMICA: CONSIDERAÇÕES FINAIS

Desde a proposição do termo “conhecimento pedagógico do conteúdo” até 2013 foram encontrados 3329 trabalhos publicados que envolvem, de alguma forma, esse conhecimento em suas pesquisas. Em linhas gerais, pode-se dizer que a quantidade de trabalhos que se preocupa em abordar o conhecimento pedagógico do conteúdo vem crescendo, principalmente a partir do ano 2001.

Observa-se que a maior parte dos trabalhos (85%) apresenta um caráter empírico e esses trabalhos são publicados majoritariamente na forma de artigos científicos (85%). Nesse sentido, ressalta-se a necessidade de pesquisadores realizarem mais trabalhos teóricos e revisões, especialmente estudos que envolvam as distintas interpretações sobre a conceituação de PCK presentes na literatura de modo a que se chegue a um consenso definitivo sobre esse constructo. A falta de concordância faz com que, em cada trabalho, os autores necessitem se posicionar sobre qual modelo e qual perspectiva teórica adotam.

Dentre as áreas pesquisadas, *Ciências da Natureza e Matemática* (61%), *Humanas* (30%) e *Outras* (16%) observa-se predominância dos trabalhos na primeira. Aparentemente o PCK é um modelo que atendeu as expectativas dos pesquisadores envolvidos com as Ciências e Matemática mais do que as áreas humanas. E, dentre a área de *Ciências da Natureza e Matemática*, são os matemáticos os que mais investem em estudos envolvendo o PCK. A quantidade de pesquisas que envolvem o conhecimento pedagógico do conteúdo 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. Isso pode ser justificado pelo fato do PCK representar um modelo que apresenta componentes claros e explícitos, o que agrada mais aos pesquisadores das ciências e matemática, distinto de outras propostas mais abrangentes e menos sistematizadas (competências, saberes, entre outras).

Nesse sentido, ao observar a atenção considerável por parte dos pesquisadores em relação ao ensino de matemática, aponta-se a necessidade de se realizar mais pesquisas que abordem o ensino de Ciências.

Em relação às estratégias e métodos utilizados para acessar e documentar o PCK dos professores nota-se, na grande parte dos trabalhos, a apropriação de duas ou mais ferramentas para a coleta de dados. De acordo com a análise realizada,

constatou-se uma preferência pelo uso das entrevistas de forma geral, sendo que os descritores *observações, formação de professores, análise de documentos e testes e questionários* também correspondem a opções privilegiadas para acessar o conhecimento de professores em geral.

Em relação aos sujeitos de pesquisa, observa-se uma preferência em investigar o PCK de professores em formação inicial (38%). Acredita-se que essa preferência se dê pela maior facilidade em coletar dados com os alunos das licenciaturas. A coleta de dados em sala de aula nem sempre é facilitada pelos professores e/ou pela escola. Entretanto, aponta-se a necessidade de mais estudos com foco em professores experientes para que se possa investigar se e como o PCK se modifica em relação à experiência dos professores.

Em relação ao nível escolar investigado, os professores do Ensino Fundamental são os mais analisados, correspondendo a 62% dos dados obtidos, seguidos dos professores do Ensino Superior (20%). Há um déficit de trabalhos investigando o PCK de professores na Educação Infantil e no Ensino Médio.

Especificamente para os trabalhos sobre PCK no Ensino de Química, observa-se que as tendências não variam muito. Da mesma maneira que a amostra total, os trabalhos no Ensino de Química são publicados majoritariamente na forma de artigos científicos (90%); preferencialmente investigam-se o PCK de professores em formação inicial (48%) e do Ensino Fundamental (44%). O único ponto com maior diferença é em relação aos métodos e estratégias adotados, onde a tendência observada é entrevistas > testes e questionários > análise de documentos > observações > formação de professores > outros > variadas metodologias.

Ao analisar as definições sobre PCK recorrentes na literatura observa-se que, quando os pesquisadores utilizam, eles se apropriam diretamente das definições elaboradas por Shulman. Em geral, existe um consenso que o PCK é um conhecimento de conteúdo específico.

Um aspecto interessante a se comentar é a baixa utilização dos modelos em estudos empíricos. Os dados dessa pesquisa revelam que mais de 77% das pesquisas analisadas não se apropriam de nenhum modelo. Esse dado nos faz refletir sobre a importância dos modelos e qual a contribuição que eles têm dado ao longo desses anos para as pesquisas sobre PCK. Ou, por outro lado, pode-se refletir sobre se os trabalhos que utilizam PCK como referencial teórico o fazem mais usando o termo sem a real compreensão do mesmo.

Concluindo, esta dissertação permitiu mapear as pesquisas que foram feitas a respeito do conhecimento pedagógico do conteúdo durante o período de 1986, ano em

que a sigla PCK começou a ser utilizada, até 2013. Desta forma, verificaram-se quais pesquisas já foram feitas e as lacunas que ainda precisam ser preenchidas. Os dados apontam para a necessidade de mais estudos teóricos sobre o PCK e mais estudos na área das ciências particularmente. Os professores experientes necessitam receber uma atenção especial por parte dos investigadores e, especialmente, aqueles professores atuantes na Educação Infantil e no Ensino Médio. Apesar das lacunas existentes, a quantidade de trabalhos crescente na área nos leva a crer que o PCK é um modelo frutífero e que tem auxiliado a compreender o conhecimento profissional de professores e é promissor para no futuro servir como subsídio de novas políticas públicas na formação de professores mundo afora.

REFERÊNCIAS

ABELL, S. K. Research on Science Teacher Knowledge. In: ABELL, S. K.; LEDERMAN, N. G. (Ed.). **Handbook of research on science education**. Mahwah: Erlbaum. 2007. p. 1105-1149

ABELL, S. K. Twenty Years Later: Does pedagogical content knowledge remain a useful idea? **International Journal of Science Education**, v.30, n.10, p.1405-1416, 2008.

AL-AMOUSHA, S.A.; MARKIC, S.; EILKS, I. Jordanian chemistry teachers' views on teaching practices and educational reform. **Chemistry Education Research and Practice**, v.13, n.3, p.314-324, 2012.

ALVES-MAZZOTTI, A. J.; GEWANDSZNAJDER, F. **O método nas Ciências Naturais e Sociais: pesquisa quantitativa e qualitativa**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2002. 203 p.

ANDREW, L. Preservice teachers' reaction to their final constructivist mathematics class: A Case Study. **Issues in the Undergraduate Mathematics Preparation of School Teachers: The Journal**, v.2, p.1-15, 2006.

BANKS, F.; LEACH, J.; MOON, B. Extract from new understandings of teachers' pedagogic knowledge. **Curriculum Journal**, v.16, n.3, p. 331-340, 2005.

BARNETT, J.; HODSON, D. Pedagogical content knowledge: toward a fuller understanding of what good science teachers know. **Science Teacher Education**, v.84, n.4, p.426-453, 2001.

BAXTER, J. A.; LEDERMAN, G. Assessment and measurement of pedagogical content knowledge. In: GESS-NEWSOME, J.; LEDERMAN, N. G. (Ed.). **Examining pedagogical content knowledge: the construct and its implications for science education**. Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 1999. p.147-161.

BERRY, A.; LOUGHRAN, J.; VAN DRIEL, J. H. Revisiting the Roots of Pedagogical Content Knowledge. **International Journal of Science Education**, v.30, n.10, p.1271-1279, 2008.

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.

BOGDAN, R.; BIKLEN, S. **Investigação Qualitativa em Educação: Uma introdução à teoria e aos métodos**. Portugal: Porto Editora. 1994. 336 p.

BOLIVAR, A. Conocimiento didático del contenido y didáticas específicas. **Revista de curriculum y formación del profesorado**, v.2, n.9, p.1-39, 2005.

BONARDO, J. C.; FERNANDEZ, C. Contribuições do processo de reflexão crítica para o desenvolvimento do Conhecimento Pedagógico do Conteúdo de uma professora de Química. In: II ENCONTRO LUSO-BRASILEIRO SOBRE O TRABALHO DOCENTE E FORMAÇÃO, 2013, Porto. **Anais...** Porto: CIIE/FPCEUP, 2013. v.1. p.1-27.

BOZ, N.; BOZ, Y. A qualitative case study of prospective chemistry teachers' knowledge about instructional strategies: Introducing particulate theory. **Journal of Science Teacher Education**, v.19, n.2, p.135-156, 2008.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio**. Brasília: Ministério da Educação, 2000. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/blegais.pdf>>. Acesso em: 22 mar 2014

BRASIL. Lei nº. 9.394. **Lei das Diretrizes e Bases da Educação Nacional** 6 ed. 2011. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/arquivos/pdf/ldb.pdf>>. Acesso em: 22 mar 2014.

BUARAPHAN, K. Embedding nature of science in teaching about astronomy and space. **Journal of Science Education and Technology**, v.21, n.3, p. 353-369, 2012.

CARLSEN, W. Domains of Teacher Knowledge. In: GESS-NEWSOME, J.; LEDERMAN, N. G. (Ed.) **Examining pedagogical content knowledge: the construct and its implications for science education**. Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 1999. p.133-144.

CARRERA, V. M. **Contribuições do uso do cinema para o ensino de ciências: tendências entre 1997 e 2009**. 2012. 119p. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, , 2012.

CASTRO, P. M. A.; SANTOS, M. R.; MATOS, J. M. E.; FERNANDEZ, C.; LEAL, S. H. Conhecimento Pedagógico de Conteúdo de uma Professora do Ensino Médio sobre o Conteúdo de Lei de Hess. In: VII ENCONTRO PAULISTA DE PESQUISA EM ENSINO DE QUÍMICA, 2013, Santo André. **Anais...** Santo André: Universidade Federal do ABC, 2013. v.1. p.1-4.

CHEN, A.; ENNIS, C.D. Content knowledge transformation: An examination of the relationship between content knowledge and curricula. **Teaching and Teacher Education**, v.11, n.4, p.389-401, 1995.

CHITTLEBOROUGH, G.; TREAGUST, D. Correct Interpretation of Chemical Diagrams Requires Transforming from One Level of Representation to Another. **Journal/Research in Science Education**, v.38, p.463-482, 2008.

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

COCHRAN, K. F.; DeRUITER, J. A.; KING, R. A. Pedagogical Content Knowing: An Integrative Model for Teacher Preparation. **Journal of Teacher Education**, v.44, n.4, p.263-272, 1993.

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.

CONSELHO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO. Disponível em: <<http://memoria.cnpq.br/areasconhecimento/index.htm>>. Acesso em 22 mar 2014.

CONTRERAS, J. **A autonomia de professores**. São Paulo: Cortez, 2002. 296 p.

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.

COUSO, D. La comunidad de aprendizaje profesional. Uma proposta socioconstrutivista de desarrollo profesional Del profesorado de ciencias naturales. In: PERAFÁN, G. A.; ADÚRIZ-BRAVO, A. (Ed.) **Pensamiento y conocimiento de los profesores: debates y perspectivas internacionales**. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional, 2005. p.81-100.

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. The Teacher Trainer as Researcher: Exploring the Initial Pedagogical Content Concerns of Prospective Science Teachers. **European Journal of Teacher Education**. v.23, p.127-137, 2000.

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.

DE JONG, O.; VAN DRIEL, J. H.; VERLOOP, N. Preservice teachers' pedagogical content knowledge of using particle models in teaching chemistry. **Journal of Research in Science Teaching**, v.42, n.8, p.947-964, 2005.

DE JONG, O.; VEAL, W.; VAN DRIEL, J. H. Exploring chemistry teachers' knowledge base. In: GILBERT, J.; DE JONG, O.; JUSTI, R.; TREAGUST, J.; VAN DRIEL, J. H. **Chemical Education: Towards Research-based Practice**, Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2002, p. 369-390.

DEMO, P. **Metodologia do Conhecimento Científico**. São Paulo: Editora Atlas. 2000. 216 p.

DRECHSLER, M.; VAN DRIEL, J. Experienced Teachers' Pedagogical Content Knowledge of Teaching Acid-base Chemistry, **Research in Science Education**, v.38, n.5, p.611-631, 2008.

EBERT, C. L. An Assessment of Prospective Secondary Teachers' Pedagogical Content Knowledge about Functions and Graphs, In: ANNUAL MEETING OF THE AMERICAN EDUCATIONAL RESEARCH ASSOCIATION, 1993, Atlanta. **Anais...** Atlanta: American Educational Research Association, 1993.

ELIAS, P. G. **Indícios do conhecimento pedagógico do conteúdo de licenciandos em química durante o estágio supervisionado**. 2011, 204 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) - Instituto de Física, Instituto de Química, Instituto de Biociências, Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/81/81132/tde-31052012-102511/pt-br.php>>. Acesso em: 12 mar. 2014.

ESPINOSA-BUENO, J. S.; LABASTIDA-PINA, D. V.; PADILLA-MARTINEZ, K.; GARRITZ, A. Pedagogical Content Knowledge of Inquiry: An Instrument to Assess It and Its Application to High School In-Service Science Teachers, **US-China Education Review**, v.8, n.5, p.599-614. 2011.

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.619-641, 2008.

FERNANDEZ, C. PCK - Conhecimento Pedagógico do Conteúdo: perspectivas e possibilidades para a formação de professores. In: **VIII ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS**, 2013, Campinas. *Atas...* Rio de Janeiro: UFRJ, 2013. v.1. p.1-12.

FERNANDEZ, C. A base de conhecimentos para o ensino e o Conhecimento Pedagógico do Conteúdo (PCK) de professores de Química. **Tese de Livre Docência**, Universidade de São Paulo, comunicação pessoal, 2014. 327 p.

FERNANDEZ, C. GOES, L. F. Conhecimento Pedagógico do Conteúdo: Estado da arte no Ensino de Ciências e Matemática. In: GARRITZ, A. (Ed.) **Conocimiento Didáctico del Contenido**. 2014. No prelo.

FERNÁNDEZ-BALBOA, J.-M.; STIEHL, J. The generic nature of pedagogical content knowledge among college professors. **Teaching and Teacher Education**, v.11, n.3, p.293-306, 1995.

FERREIRA, L. H.; KASSEBOEHMER, A. C. **Formação inicial de professores de química: a instituição formadora (re)pensando sua função social**. São Carlos: Pedro & João Editores, 2012. 174 p.

FERREIRA, N. As pesquisas denominadas "Estado da Arte". **Educação e Sociedade**, v. 23, n.79, 2002.

FERREIRA, N. S. A. **Pesquisa em leitura: um estudo dos resumos de dissertações de mestrado e teses de doutorado defendidas no Brasil, de 1980 a 1995**. 1999. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1999.

FREIRE, L. I. F.; FERNANDEZ, C. Análise do tipo de reflexão desenvolvida por um licenciando em período de estágio curricular. In: 32º ENCONTRO DE DEBATES SOBRE O ENSINO DE QUÍMICA, 2012, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2012a. v.1. p.1-8.

FREIRE, L. I. F.; FERNANDEZ, C. Fatores e acontecimentos que motivam um professor em formação a refletir sobre a sua prática. In: 32º ENCONTRO DE DEBATES SOBRE O ENSINO DE QUÍMICA, 2012, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2012b. v.1. p.1-8.

FREIRE, L. I. F.; FERNANDEZ, C. Orientações para o ensino de ciências: dos pressupostos individuais à proposição coletiva. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS IX ENPEC, 2013, Águas de Lindóia. **Resumos...** Rio de Janeiro: Abrapec, 2013a. v.1. p.1-8.

FREIRE, L. I. F.; FERNANDEZ, C. O conhecimento curricular evidenciado na prática pedagógica de um professor de química em formação. In: VII ENCONTRO PAULISTA DE PESQUISA EM ENSINO DE QUÍMICA, 2013, Santo André. **Anais...** Santo André: Universidade Federal do ABC, 2013b. v.1. p.1-6.

FREIRE, L. I. F.; FERNANDEZ, C. A base de conhecimentos dos professores e a reflexão: um estudo de caso com estagiários de química. In: III CONGRESSO PARANAENSE DE EDUCAÇÃO QUÍMICA, 2013, Ponta Grossa. **Anais...** Ponta Grossa: Universidade Estadual de Ponta Grossa, 2013c. v.1. p.1-8.

FREIRE, L. I. F.; FERNANDEZ, C. Lembranças do início da vida de professor universitário. In: II ENCONTRO LUSO-BRASILEIRO SOBRE O TRABALHO DOCENTE E FORMAÇÃO, 2013, Porto. **Anais...** Porto: CIIIE/FPCEUP, 2013d. v.1. p.1-14.

FREIRE, L. I. F.; FERNANDEZ, C. A responsabilidade dos formadores de professores na formação de licenciandos em química. In: XI CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO EDUCERE 2013, Curitiba. **Anais...** Curitiba: EDUCERE, PUCParaná, 2013e. v.1. p.8489-8505.

FREIRE, L. I. F.; FERNANDEZ, C. Conhecimento curricular evidenciado na prática pedagógica de um professor de Química em formação. In: VII ENCONTRO PAULISTA DE PESQUISA EM ENSINO DE QUÍMICA, 2013, Santo André. **Anais...** Santo André: UFABC, 2013f. v.1. p.1-6.

FREIRE, L. I. F.; FERNANDEZ, C. Professores novatos de química e o desenvolvimento do PCK de oxidorredução: influências da formação inicial. **Educación Química**. 2014. No prelo.

FRIEDRICHSEN, P.; VAN DRIEL, J. H.; ABELL, S. K. Taking a closer look at science teacher orientations. **Science Education**. p.358-376, 2010.

FUVEST. Manual do candidato. São Paulo: Fuvest 2014. Disponível em: <<http://www.fuvest.br/vest2014/manual/fuv2014.manual.pdf>>. Acesso em: 22 mar. 2014.

GAIA, S.; CESÁRIO, M.; TANCREDI, R. M. S. P. Formação Profissional e Pessoal: a trajetória de vida de Shulman e suas contribuições para o campo educacional. **Revista Eletrônica de Educação**, v.1, n.1, p.142-155, 2007. Disponível em: <<http://www.reveduc.ufscar.br/index.php/reveduc/article/viewFile/8/8>>. Acesso em: 09 mai. 2014.

GALANTE, A. C.; ARANHA, J. A.; BERALDO, L.; PELÁ, N. T. R. A vinheta como estratégia de dados no ensino de enfermagem. **Revista Latino-americana de Enfermagem**, v.11, n.3, p.357-363, 2003.

GALGUERA, T. Participant Structures as Professional Learning Tasks and the Development of Pedagogical Language Knowledge among Preservice Teachers. **Teacher Education Quarterly**, v.38, n.1, p.85-106, 2011.

GARCEZ, A.; DUARTE, R.; EISENBERG, Z. Produção e análise de vídeogravações em pesquisas qualitativas. **Educação e Pesquisa**, v.37, n.2, p. 249-261, 2011.

GARRITZ, A.; TRINIDAD-VELASCO, R. El conocimiento pedagógico de La estructura corpuscular de la matéria. **Educación Química**, vol. 17, n.[X], p.114-141, 2006.

GARRITZ, A.; ALVORADO, C.; CAÑADA, F.; MELLADO, V. PCK by CoRes and PaP-eRs for Teaching Acids and Bases at High School. In: NARST CONFERENCE. 2013, Puerto Rico. **Paper...** Puerto Rico: Narst 2013. p.1-49.

GEDDIS, A. N.; ONSLOW, B.; BEYNON, C.; OESCH, J. Transforming Content Knowledge: Learning to Teach about Isotopes. **Science Education**, v.77, n.6, p.575-591, 1993.

GEDDIS, A. N.; WOOD, E. Transforming subject matter and managing dilemmas: A case study in teacher education. **Teaching and Teacher Education**, v.13, n.6, p.611-26, 1997.

GESS-NEWSOME, J. Pedagogical content knowledge: an introduction and orientation. In: GESS-NEWSOME, J.; LEDERMAN, N. G. (Ed.). **Examining pedagogical content knowledge: the construct and its implications for science education**. Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 1999. p.3-17.

GIL-PÉREZ, D.; CARVALHO, A.M.P. **Formação de professores de ciências: tendências e inovações**. São Paulo: Cortez, 1995. 128 p.

GIMENEZ, J. E.; RUIZ, R. M. A.; LISTAN, M. F. Primary and Secondary Teachers' Conceptions about Heritage and Heritage Education: A Comparative Analysis. **Teaching and Teacher Education: An International Journal of Research and Studies**, v.24, n.8, p.2095-2107, 2008.

GIROTTTO-JR., G., **De licenciando a professor de Química: um olhar sobre o desenvolvimento do Conhecimento Pedagógico do Conteúdo**. 2011. 160f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) - Instituto de Física, Instituto de Química, Instituto de Biociências, Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/81/81132/tde-31052012-100716/pt-br.php>>. Acesso em 12 Mar. 2014.

GOES, L. F.; LEAL, S. H.; CORIO, P.; FERNANDEZ, C. Aspectos do Conhecimento Pedagógico do Conteúdo de Química Verde em professores universitários de Química. **Educación Química**, v.24, p.113-123, 2013.

GOES, L. F.; FERNANDEZ, C. Conhecimento pedagógico do conteúdo: sistematização da produção acadêmica durante vinte e quatro anos. In: 32º ENCONTRO DE DEBATES SOBRE O ENSINO DE QUÍMICA, 2012, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2012. v.1. p.1-7.

GOES, L. F.; LEAL, S. H.; NOVAIS, R.M.; FERNANDEZ, C. Conhecimento Pedagógico do Conteúdo de uma professora experiente em uma disciplina de Química Geral em nível superior. In: XVI ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 2012, Salvador. **Anais...** Salvador: Universidade Federal da Bahia, 2012. v.1. p.1-12.

GOES, L. F.; CORIO, P.; LEAL, S. H. B. S.; FERNANDEZ, C. Pedagogical content knowledge aspects of green chemistry in organic chemistry university teachers. In: CONFERENCE OF EUROPEAN SCIENCE EDUCATION RESEARCH ASSOCIATION, 2013, Nicósia. **Proceedings...** Nicósia: Esera, 2013. v.1, p.1-10.

GOES, L. F.; FERNANDEZ, C. O acesso ao Conhecimento Pedagógico do Conteúdo no ensino de Ciências e Matemática: levantamento de vinte e seis anos de pesquisa. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS IX ENPEC, 2013, Águas de Lindóia. **Resumos...** Rio de Janeiro: Abrapec, 2013. v.1. p. 1-8.

GOOS, M., BENNISON, A. Surveying the Technology Landscape: Teachers' Use of Technology in Secondary Mathematics Classrooms. **Mathematics Education Research Journal**, v.20, n.3, p.102-130, 2008.

GROSSMAN, P. L. **The making of a teacher: teacher and teacher education**. New York: Teachers College Press, 1990. 185 p.

GROSSMAN, P. L.; WILSON, S. M.; SHULMAN, L. S. Teachers of substance: subject matter knowledge for teaching. In Reynolds, M.C. (Ed.): **Knowledge Base for the Beginning Teacher**. Oxford: Pergamon Press, 1989, p23-36.

HADDAD, S. A ação de governos locais na educação de jovens e adultos. **Revista Brasileira de Educação**, v.12, p.197-211, 2002.

HASHWEH, M. Z. Teacher pedagogical constructions: A reconfiguration of pedagogical content knowledge. **Teachers and Teaching**, v.11, n.3, p.273-292, 2005.

HOWARD, G. S.; COLE, D. A.; MAXWELL, S. E. Research productivity in psychology based on publication in the journals of the American Psychological Association. **American Psychologist**, v.42, n.11, p.975-986, 1987.

HOBBS, L. Examining the aesthetic dimensions of teaching: Relationships between teacher knowledge, identity and passion. **Teaching and Teacher Education: An International Journal of Research and Studies**, v.28, n.5, p.718-727, 2012.

HUME, A. Investigating Content Representations (CoRes) as Pedagogical Tools for Science Teacher Education. **TDU Talk**, n.5, p.28-40, 2010.

HUME, A.; BERRY, A. Constructing CoRes - a strategy for building PCK in pre-service science: teacher education. **Research in Science Education**, v.41, n.3, p.341-355, 2011.

INGUI, D. Entrevistas. **Revista Eletrônica de Jornalismo Científico**. 2010. Disponível em: <<http://www.comciencia.br/comciencia/handler.php?section=8&tipo=entrevista&edicao=53>> Acesso em: 09 mai. 2014.

JONES, P. M. Key challenges to collegiate music education programs in north america. **Yearbook of the National Society for the Study of Education**, v. 111, n. 1, p. 93-111, 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, 2009a.

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

KOBALLA, T. R. JR.; GRÄBER, W.; COLEMAN, D.; KEMP, A. Prospective teachers' conceptions of the knowledge base for teaching chemistry at the german gymnasium. **Journal of Science Teacher Education**, v.10, n.4, p.269-286, 1999.

LEE, E.; LUFT, J. A. Experienced Secondary Science Teachers' Representation of Pedagogical Content Knowledge. **International Journal of Science Education**, v.30, n.10, p.1343-1363, 2008.

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.

LIN, S. S. J.; TSAI, C.-C. Teaching Efficacy along the Development of Teaching Expertise among Science and Math Teachers in Taiwan. In: ANNUAL MEETING OF THE NATIONAL ASSOCIATION FOR RESEARCH IN SCIENCE TEACHING, 1999, Boston. **Proceedings...** Boston: National Association for Research in Science Teaching, 1999. p. 1-9.

LOUGHRAN, J.; MULHALL, P.; BERRY, A. In Search of Pedagogical Content Knowledge in Science: Developing Ways of Articulating and Documenting Professional Practice. **Journal of Research in Science Teaching**, v.41, n.4, p.370-391, 2004.

LOUGHRAN, J.; BERRY, A.; MULHALL, P. **Understanding and developing science teachers' pedagogical content knowledge**. Netherlands: Sense Publishers, 2006. 233 p.

MAGNUSSON, S.; KRAJCIK, L.; BORKO, H. Nature, sources and development of pedagogical content knowledge. In: GESS-NEWSOME, J.; LEDERMAN, N.G. (Ed.). **Examining pedagogical content knowledge: the construct and its implications for science education**. Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 1999. p. 95-132.

MAINALI, B.R.; KEY, M.B. Using dynamic geometry software geogebra in developing countries: A case study of impressions of mathematics teachers in nepal. **International Journal for Mathematics Teaching and Learning**, p.1-16, 2012. Disponível em: < <http://www.cimt.plymouth.ac.uk/journal/mainali.pdf>>. Acesso em: 25 Abr. 2013.

MARCELO, C. La investigación sobre el conocimiento de los profesores de aprender a enseñar: una revisión personal. In: PERAFÁN, G. A.; ADÚRIZ-BRAVO, A. **Pensamiento y conocimiento de los profesores: debates y perspectivas internacionales**, 2005. p.81-100.

MARCON, D.; GRAÇA, A. B. S.; NASCIMENTO, J. V. O Conhecimento do contexto na formação inicial em Educação Física. **Revista Brasileira de Educação Física e Esporte**, v.27, n.4, p.633-645, 2013.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Técnicas de Pesquisa**. 7ed. São Paulo: Editora Atlas. 2009. 296 p.

MARKS, R. Pedagogical content knowledge: From a Mathematical case to a Modified Conception. **Journal of Teacher Education**, v.41, n.3, p.3-11, 1990.

MEGID NETO, J. **Tendências da pesquisa acadêmica sobre o ensino de Ciências no nível fundamental**. 1999. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas/SP, 1999.

MEGID NETO, J.; PACHECO, D. Pesquisas sobre o ensino de Física no nível médio no Brasil: concepção e tratamento de problemas em teses e dissertações. In: NARDI, R. **Pesquisas em ensino de Física**. São Paulo: Escrituras, 2001. p. 15-30.

MEGID NETO, J.; FRACALANZA, H.; FERNANDES, R. C. A. O que sabemos sobre a pesquisa em educação em ciências no Brasil (1972-2004). In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 2005, Bauru. **Atas...** Bauru: ABRAPEC, 2005. p. 1-10.

MEGID NETO, J. Três décadas de pesquisa em educação em ciência: tendências de teses e dissertações (1972-2003). In: NARDI, R. (org). **A pesquisa em Ensino de Ciências no Brasil: alguns recortes**. São Paulo: Escrituras, 2007.

MINAYO, M. C. de S.; **O desafio do conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde**. São Paulo: Hucitec, p.261-297, 2006.

MISAILIDOU, C. Assessing and developing pedagogical content knowledge: a new approach. In: CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR THE PSYCHOLOGY OF MATHEMATICS EDUCATION, 2008, Morelia. **Proceedings...** Morelia, 2008. p.391-398.

MISHRA, P.; KOEHLER, M. J. Introduction TPCK. In: **Handbook of technological Pedagogical Content Knowledge (TPCK)**. New York: Routledge; p. 3-31, 2009.

MONTENEGRO, V.L.S. **Processo reflexivo e o desenvolvimento do Conhecimento Pedagógico do Conteúdo: análise a partir de uma intervenção na formação contínua de professores de química**. 2011, 270f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) - Instituto de Física, Instituto de Química, Instituto de Biociências, Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/81/81132/tde-14062012-115507/pt-br.php>>. Acesso em: 12 mar. 2014.

MONTENEGRO, V. L. S.; FERNANDEZ, C. Reflexões acerca do Conhecimento Pedagógico do Conteúdo de professores de Química num contexto de formação contínua. In: VII ENCONTRO PAULISTA DE PESQUISA EM ENSINO DE QUÍMICA, 2013, Santo André. **Anais...** Santo André: Universidade Federal do ABC, 2013 v.1. p.1-2.

MORINE-DERSHIMER, G.; KENT, T. The complex nature and sources of teachers' pedagogical knowledge. In: GESS-NEWSOME, J.; LEDERMAN, N. G. (Ed.) **Examining pedagogical content knowledge: the construct and its implications for science education**. Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 1999. p.21-50, 1999.

MORRISON, J. Exploring exemplary elementary teachers' conceptions and implementation of inquiry science. **Journal of Science Teacher Education**, v.24, n.3, p.573-588, 2013.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **National Science Education Standards**. Washington, DC: National Academy Press, 1996.

NILSSON, P. Teaching for Understanding: The complex nature of pedagogical content knowledge in preservice education. **International Journal of Science Education**, v. 30, n. 10, p.1281-1299, 2008.

NOVAIS, R. M.; FERNANDEZ, C. O Modelo Didático de um professor do Ensino Superior reconhecidamente competente na prática docente. In: 32º ENCONTRO DE DEBATES SOBRE O ENSINO DE QUÍMICA, 2012, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2012a. v.1. p.1-8.

NOVAIS, R. M.; FERNANDEZ, C. O conhecimento pedagógico do conteúdo de um professor do Ensino Superior sobre conceitos de Cinética Enzimática. In: XVI ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 2012, Salvador. **Anais...** Salvador: Universidade Federal da Bahia, 2012b. v.1. p.1-12.

NOVAIS, R.M.; FERNANDEZ, C. A gestão da sala de aula de um professor do Ensino Superior. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS IX ENPEC, 2013, Águas de Lindóia. **Resumos...** Rio de Janeiro: Abrapec, 2013a. v.1. p.1-8.

NOVAIS, R.M.; FERNANDEZ, C. O Modelo de Conhecimentos de Professores proposto por Pamela Grossman: seus componentes e as implicações para o ensino de Química. In: II ENCONTRO LUSO-BRASILEIRO SOBRE O TRABALHO DOCENTE E FORMAÇÃO, 2013, Porto. **Anais...** Porto: CIE/FPCEUP, 2013b. v.1. p.1-27.

NÓVOA, A.(Org.) **Profissão professor**. 2 ed. Porto: Porto Editora, 1999. 192 p.

NUNES, C. M. F. Saberes Docentes e Formação de Professores: Um breve panorama da pesquisa brasileira. **Educação e Sociedade**, n.74, p. 27-42, 2001.

OLIVEIRA-Jr., M. M. **Flashes das disciplinas de formação inicial no repertório profissional de licenciandos em química**. 2011, 194 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) - Instituto de Física, Instituto de Química, Instituto de Biociências, Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/81/81132/tde-30052012-145050/pt-br.php>>. Acesso em: 12 mar. 2014.

OLIVEIRA JÚNIOR, M. M.; NOVAIS, R. M.; FERNANDEZ, C. O instrumento CoRe como atividade didática para acessar o conhecimento pedagógico do conteúdo de licenciandos. In: XVI ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 2012, Salvador. **Anais...** Salvador: Universidade Federal da Bahia, 2012. v.1. p.20-23.

OLIVEIRA JÚNIOR, M. M.; FERNANDEZ, C. O instrumento CoRe para a construção e análise do conhecimento pedagógico do conteúdo de licenciandos. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS IX ENPEC, 2013, Águas de Lindóia. **Resumos...** Rio de Janeiro: Abrapec, 2013. v.1. p.1-12.

ORNELLAS, J. F.; ANDRADE, D. A.; FERNANDEZ, C. Base de conhecimentos para o ensino de Química segundo as políticas públicas brasileiras. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS IX ENPEC, 2013, Águas de Lindóia. **Resumos...** Rio de Janeiro: Abrapec, 2013. v.1. p.1-9.

PADILLA, K.; PONCE-DE-LEON, A. M.; REMBADO, F. M.; GARRITZ, A. Undergraduate Professors' Pedagogical Content Knowledge: The case of "amount of substance". **International Journal of Science Education**, v.30, n. 10, p.1389-1404, 2008.

PADILLA, K.; VAN DRIEL, J. The relationships between PCK components: the case of quantum chemistry professors, *Chemistry Education Research and Practice*, v.12, n.3, p.367-378, 2011.

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.

PARK, S.; OLIVER, J. S. Revisiting the conceptualisation of pedagogical content knowledge (pck): Pck as a conceptual tool to understand teachers as professionals. **Research in Science Education**, v.38, n.3, p.261-284, 2008.

PCK SUMMIT 2012. Disponível em: < <http://pcksummit.bsccs.org/>>. Acesso em: 22 mar. 2013.

PENIN, S.T.S. (Org.) **Programa de Formação de Professores**. Comissão Permanente de Licenciaturas – USP. 1. ed. São Paulo: Pró-Reitoria de Graduação/USP, v.1, 37p., 2004.

PEREIRA, P. G. E. M.; FERNANDEZ, C. Índices do modelo integrativo no desenvolvimento do PCK em licenciandos em química durante o estágio supervisionado. *Revista de Educación de las Ciencias*, v.14, p.74-78, 2013.

PIMENTA, S. G. Formação de professores: saberes da docência e identidade do professor. *Revista da Faculdade de Educação*, v.22, n.2, 72-89, 1996.

PIMENTA, S. G.; ALMEIDA, M. I. (Orgs). *Pedagogia Universitária*. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2007. 256 p.

PIMENTA, S. G.; ALMEIDA, M. I. Programa de Formação de Professores – USP. In: PINHO, S. Z. (Org.) **Formação de Educadores: O Papel do Educador e Sua Formação**. São Paulo: Unesp, 2009.

PLUMMER, J.D. Preservice teachers' first experiences teaching astronomy: Challenges in designing and implementing inquiry-based astronomy instruction for elementary students in after school programs. In: ANNUAL MEETING OF THE ASTRONOMICAL SOCIETY OF THE PACIFIC, 2012, Baltimore. **Proceedings...** Baltimore: Astronomical Society Pacific, 2012.

QS UNIVERSITY RANKINGS. **University Rankings: Latin America 2013**. Disponível em <<http://www.topuniversities.com/university-rankings/latin-american-university-rankings/2013>>. Acesso em 22 mar 2014.

RINK, J. **Análise da produção acadêmica apresentada nos encontros de pesquisa em educação ambiental (EPEA)**. 2009. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2009.

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.

SALAZAR, S. F. El conocimiento pedagógico del contenido como categoría de estudio de La formación docente. **Actualidades investigativas en educación**, v.5, n.2, 2005.

SALES, M. G. P. **Investigando o Conhecimento Pedagógico do Conteúdo sobre “soluções” de uma professora de Química**. 2010, 253 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) - Instituto de Física, Instituto de Química, Instituto de Biociências, Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/81/81132/tde-21022011-155615/pt-br.php>>. Acesso em: 12 mar. 2014.

SAVASCI, F.; BERLIN, D. Science teacher beliefs and classroom practice related to constructivism in different school settings. **Journal of Science Teacher Education**, v 23, n.1, p.65-86, 2012.

SCHÖN, D. A. **The reflective practioner: how professionals think in action**. EUA: Basic Books, 1983. 384 p.

SCHWAB, J. Structure of the disciplines: meanings and significances. In: FORD, G. W.; PUGNO, L. **The Structure of Knowledge and the curriculum**. Chicago: Rand McNally, 1964.

SCHNEIDER, R. Opportunities for teacher learning during enactment of inquiry science curriculum materials: Exploring the potential for teacher educative materials. **Journal of Science Teacher Education**, v.24, n.2, p.323-346, 2013.

SEVERINO, Antonio J. **Metodologia do trabalho científico**. São Paulo: Cortez, 21 ed, 2000. 279 p.

SHULMAN, L. Those who understand: Knowledge growth in teaching. **Educational Researcher**, v.15, n.2, p.4-14, 1986.

SHULMAN, L. Knowledge and teaching: foundations of the new reform. **Harvard Educational Review**, v.57, n.1, p.1-22, 1987.

SHULMAN, L. *The Wisdom of Practice: Essays on Teaching, Learning, and Learning to Teach*. São Francisco: Jossey-Bass, 2004. 587p.

SHULMAN, L. 2008. A little history about Dr. Lee Shulman. Disponível em <<http://www.leeshulman.net/biography/>>. Acesso em: 22 mar. 2014.

SILVA, A. N. **Um professor de Química e dois contextos escolares: o conhecimento pedagógico do conteúdo em ação**. 2012. 154f. Dissertação (Mestrado) apresentada ao Instituto de Física, Instituto de Química, Instituto de Biociências e à Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/81/81132/tde-25022013-132509/pt-br.php>>. Acesso em: 12 Mar. 2014.

SOARES, M. Pesquisa em educação no Brasil- continuidades e mudanças. Um caso exemplar: a pesquisa sobre alfabetização. **Perspectiva**, v. 24, n. 2, p. 393-417, 2006.

SOARES, M.; MACIEL, F. **Alfabetização**. Brasília: MEC/Inep/Comped, 2000. (Série Estado do Conhecimento).

SOUTHERLAND, S., SOWELL, S., ENDERLE, P. Science teachers' pedagogical discontentment: Its sources and potential for change. **Journal of Science Teacher Education**, v.22, n.5, p.437-457, 2011.

STRAN, M., SINELNIKOV, O., WOODRUFF, E. Pre-service teachers' experiences implementing a hybrid curriculum: Sport education and teaching games for understanding. **European Physical Education Review**, v.18, n.3, p.287-308, 2012.

TAL, REVITAL T.; Using a field trip to a wetland as a guide for conceptual understanding in Environmental Education - a case study of a pre-service teacher's research. **Journal of Chemistry Education Research and Practice**. v.5, p.127-142, 2004.

TALANQUER, V. Formación Docente: Qué conocimiento distingue a los Buenos maestros de química? **Educación Química**, v.15, n.1, p.52-58, 2004.

TAMIR, P. Subject matter and related pedagogical knowledge in teacher education. **Teaching and Teacher Education**, v.4, n.2, p.99-110, 1988.

TAN, S.K.S., et al. **Differences in novice and competent teachers' knowledge**, 1994

TARDIF, M. **Saberes docentes e formação profissional**. 13 ed. Petrópolis: Vozes. 2012. 325p.

TEIXEIRA, P. M. M. **Pesquisa em Ensino de Biologia no Brasil (1972-2004): um estudo baseado em dissertações e tese**. 2008. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2008.

TSAI, C.-C.; WEN, L. M. C. Research and trends in science education from 1998 to 2002: A content analysis of publication in selected journals. **International Journal of Science Education**, v.27, n.1, p.3-14, 2005.

TUAN, H. A Case Study of Pre-Service Chemistry Teachers' Pedagogical Content Knowledge Developpment, In: ANNUAL MEETING OF THE NATIONAL ASSOCIATION FOR RESEARCH IN SCIENCE TEACHING, 1995, São Francisco. **Anais...** São Francisco: National Association for Research in Science Teaching, 1995.

VAN DRIEL, J. H.; VERLOOP, N.; DES VOS, W. Developing science teachers' pedagogical content knowledge. **Journal of Research in Science Teaching**, v.35, p.673-695, 1998.

VEAL, W. R.; MAKINTER, J. G. Pedagogical content knowledge taxonomies. **Eletronic Journal os Science Education**, v.3, n.4, 1999. Disponível em: <<http://ejse.southwestern.edu/article/view/7615/5382>>. Acesso em: 20 Jun. 2013.

VOLANTE, L.; BECKETT, D. Formative Assessment and the Contemporary Classroom: Synergies and Tensions between Research and Practice. **Canadian Journal of Education**, v.34, n.2, p.239-255, 2011.

WINITZKY, N.; KAUCHAK, D.; KELLY, M. (1994). Measuring teachers' structural knowledge. **Teaching and Teacher Education**, v.10, n.2, p.125-139, 1994.

YIN, R. K. **Estudo de Caso: Planejamento e Métodos**. 4 ed. Porto Alegre: Bookman. 2010. 212p.