



ARTIGO / ARTICLE

Um Panorama Sobre a Integração do Conhecimento Tecnológico na Formação de Professores de Ciências

An Overview of the Integration of Technological Knowledge in the Formation of Science teachers

Raul dos Santos Neto¹ y Miriam Struchiner²

Recibido: 14 abril 2019
Revisado: 25 octubre 2019
Aceptado: 15 noviembre 2019

Dirección autores:

¹ Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca (Cefet/RJ). Av. Maracanã, 229 - Maracanã, Rio de Janeiro - RJ, 20271-110, Brasil.

² Instituto NUTES. Universidad Federal de Río de Janeiro. Av. Carlos Chagas Filho, 373, Rio de Janeiro - RJ, 21941-590, Brasil.

E-mail / ORCID

profraulneto@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0002-4350-4001>

miriamstru@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0002-9979-2364>

Resumo: Saber formar professores de ciências na sociedade da informação é uma necessidade desafiadora. Para estudar como as tecnologias são mobilizadas e integradas na prática educacional, o referencial teórico do Conhecimento Tecnológico, Pedagógico do Conteúdo, mais conhecido como TPACK, foi utilizado. Portanto, este trabalho é uma revisão sistemática da literatura de artigos presentes na bases de dados da CAPES/MEC (Brasil) no período de 2006-2018 sobre o uso do referencial teórico do TPACK. O objetivo deste trabalho foi identificar como o referencial do TPACK é estudado nas publicações sobre formação de professores de Ciências, observando os focos de pesquisa para montar um panorama sobre as contribuições no uso do TPACK. Foram utilizados os procedimentos metodológicos propostos por Sampaio e Mancini (2007) para revisão de literatura de artigos. As principais tendências de pesquisa envolviam estudos sobre a confiança em instrumentos para avaliar dimensões de conhecimento no modelo teórico do TPACK, barreiras para o desenvolvimento do TPACK e natureza do TPACK. Os resultados permitiram elencar semelhanças e diferenças entre tendências metodológicas, e de foco de pesquisa, bem como identificar lacunas sobre o uso do modelo TPACK em áreas importantes como o Ensino de física e para a formação de professores.

Palabras clave: Formação de Professores, Ensino de ciências, TPACK, Tecnologia educacional.

Abstract: Knowing how to train science teachers in the information society is a challenging need. To study how technologies are mobilized and integrated into educational practice, the theoretical framework of Technological Knowledge, Pedagogical Content, better known as TPACK, was used. Therefore, this document is a systematic review of the literature of articles in the CAPES / MEC (Brazil) databases of 2006-2018 on the use of the TPACK theoretical framework. The objective of this work was to identify how the TPACK framework is studied in the publications on the training of science teachers, observing the research approach to create an overview of the contributions in the use of TPACK. The methodological procedures proposed by Sampaio and Mancini (2007) were used to review the articles. The main research trends involved studies on the confidence in the instruments to evaluate the dimensions of knowledge in the theoretical TPACK model, the barriers to the development of TPACK and the nature of TPACK. The results allowed to enumerate similarities and differences between the trends of methodological approach and research, as well as to identify the gaps on the use of the TPACK model in important areas such as physics teaching and teacher training.

Keywords: Teacher Education, Science Teaching, TPACK, Educational Technology.

1. Introdução

A evolução das mídias digitais e a crescente circulação de informação vêm criando novas demandas, além de fomentar mudanças, para a formação docente. Um destaque de possíveis mudanças neste novo cenário, é sobre o papel tradicional do professor como fonte de informação e guardião do currículo, o qual entrou em crise em um mundo interconectado (Coll, 2010; Cox, 2009). Portanto, questões como estas não podem ser menosprezadas diante dos desafios enfrentados na formação de professores.

Por outro lado, escola e professores são instigados a integrarem as Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC), já tão familiares aos jovens em suas práticas culturais, utilizando-as em benefício do desenvolvimento do conhecimento e de sua formação crítica, promovendo autonomia, criatividade e a possibilidade de aprender e compartilhar o conhecimento em rede (Coll, 2010).

Buscando melhor compreender como os professores mobilizam seus conhecimentos quando integram as TDIC em suas práticas educativas, Mishra e Koehler (2006) propuseram o sistema conceitual do Conhecimento Pedagógico Tecnológico dos Conteúdos (CTPC), mais conhecido pela sigla TPACK, cuja origem vem da expressão inglesa Technological Pedagogical Content Knowledge.

Os autores observaram que as formas como os professores utilizavam pedagogicamente as tecnologias estavam intimamente relacionadas à natureza dos problemas de ensino de cada disciplina acadêmica, às questões específicas do seu conteúdo e à cultura do seu campo de conhecimento. Os autores constataram, então, que os aspectos do conhecimento pedagógico do conteúdo proposto por Shulman (1986) eram fundamentais para a compreensão das estratégias de uso das TDIC escolhidas, conscientemente ou não, pelos professores.

O referencial do CTPC procura articular os conhecimentos pedagógicos, os conhecimentos de conteúdo e os conhecimentos tecnológicos com as estratégias escolhidas pelos professores na integração de TDIC em suas práticas.

Sobre o tema, Harris et al (2007) lembram que o ensino é uma atividade que depende do contexto, abrangendo grande variedade de cenários socioculturais, situações e interconexões entre teoria e prática. Envolve a aplicação de conhecimentos pedagógicos e de conteúdo que se expressam de maneira única, mesmo quando os contextos são aparentemente similares. Ainda, segundo os autores, a integração de tecnologias traz a necessidade de o domínio de novo conhecimento neste cenário.

O grande desafio que se coloca para os professores nas iniciativas de integração de TDIC é desenvolver possibilidades pedagógicas para o uso eficiente de tecnologias educacionais, a partir de uma estrutura de conhecimento integrado de ensino de seu conteúdo específico (Niess, 2005). Assim, o objetivo deste trabalho é identificar como o referencial do CTPC é estudado em pesquisas publicadas sobre formação de professores de Ciências, observando os focos de pesquisa para montar um panorama sobre as contribuições no uso do CTPC e identificar possíveis lacunas.

1.1. O Conhecimento Tecnológico Pedagógico do Conteúdo (CTPC ou TPACK)

Segundo a literatura sobre CTPC (Mishra & Koehler, 2006; Cox & Graham, 2009; Koehler & Mishra, 2009;), há sete dimensões presentes nesse modelo. São elas: Conhecimento do conteúdo (CC ou CK), o conhecimento pedagógico (CP ou PK), o conhecimento tecnológico (CT ou TK), o conhecimento pedagógico do conteúdo (CPC

ou PCK), o conhecimento tecnológico do conteúdo (CTC ou TCK), o conhecimento tecnológico pedagógico (CTP ou TPK) e o conhecimento tecnológico-pedagógico do conteúdo (CTPC ou TPACK). Para facilitar a leitura, vamos utilizar as abreviações em português.

Analisando separadamente cada dimensão, percebe-se que o conhecimento do conteúdo (CC) se refere aos conhecimentos mobilizados para o ensino, incluindo a identificação de aspectos centrais do conteúdo, conceitos, teorias, procedimentos e metodologias da área de conhecimento, e o conhecimento dos modelos de organização deste conteúdo específico. Envolve, também, o entendimento da natureza da área e respectivas metodologias de pesquisa. Há fortes indícios que os currículos dos cursos de áreas chamadas duras, como a Física, privilegiam o conhecimento do conteúdo em detrimento dos demais Chai et al (2013).

O campo do Conhecimento Pedagógico (CP) refere-se à compreensão sobre os métodos e práticas de ensino e como eles se relacionam com os valores e objetivos educacionais (Mishra & Koehler, 2006). Envolve a percepção das características do público-alvo, conhecimentos sobre caminhos e buscas por motivação dos alunos e a compreensão do papel do aluno e do professor no processo de ensino-aprendizagem. Em relação ao Conhecimento Tecnológico (CT), este está associado aos valores e às visões atribuídas às tecnologias e ao conhecimento sobre as formas de como utilizá-las na educação. Logo, compreende não apenas o conhecimento sobre os atributos dos recursos e ferramentas tecnológicas, mas, também, o entendimento sobre suas implicações para a sociedade.

O Conhecimento Pedagógico do Conteúdo (CPC) refere-se ao entendimento de quais abordagens, representações e formulações de conceitos e estratégias pedagógicas se adequam melhor ao ensino daquele assunto e de como arranjar os temas de maneira a serem mais bem compreendidos. Inclui, por exemplo, o conhecimento dos conceitos prévios dos alunos em relação ao tema, de maneira a orientar a escolha das melhores estratégias que incorporem representações apropriadas do conteúdo para auxiliar na superação das dificuldades dos alunos (Shulman, 1986; Mishra e Koehler, 2006).

Pesquisas recentes têm se apropriado dos conceitos do CTPC para investigar como e por que professores integram as tecnologias em suas práticas de ensino e onde encontram dificuldades neste processo (Niess, 2005, Lee & Tsai, 2008, Tondeur et al, 2008).

Ainda que a temática CTPC seja relativamente nova, a quantidade de material existente já permitiu que algumas revisões sistemáticas da literatura fossem feitas como o intuito de tentar analisar o estado da arte sobre a produção atual. Por exemplo, Rolando et al. (2015) apresenta uma revisão sobre o CTPC no contexto Lusófono, relatando que a pesquisa sobre o tema na língua portuguesa está na fase inicial, recomendando que a pesquisa empírica sobre o modelo CTPC se beneficiaria da utilização de instrumentos validados, o que permitiria uma compreensão melhor sobre o tema pela comparação com os resultados obtidos em outros países. Segundo os autores, esta comparação contribuiria para uma melhor compreensão e reorientação das políticas públicas voltadas para a utilização de tecnologias educacionais no ensino.

Por sua vez, a revisão de literatura de Willermark (2017) observou 107 artigos de revistas revisadas por pares sobre o uso do CTPC em estudos empíricos publicados de 2011 a 2016, procurando observar as características gerais destes estudos. O trabalho contribuiu com uma análise sobre as características gerais de CTPC em artigos recentes e sobre as abordagens usadas para identificar o CTPC do professor. A revisão revela que

existe uma variedade de abordagens e instrumentos para examinar o CTPC do professor, onde o mais comum é o auto-relato. O trabalho também alertou para o fato que os estudos se concentraram principalmente em examinar o CTPC do professor com base na perspectiva do conhecimento, e não da competência. Por isso, a autora recomenda um olhar para as competências dos professores, porque existem lacunas entre o autorrelato e o desempenho na prática e a aplicação desse conhecimento e entre exercícios de desempenho e comportamento típico.

Por fim, na revisão de literatura feita por Voogt et al. (2013), os autores apresentam um resumo conceitual do CTPC sobre como o CTPC é visto nos trabalhos estudados, procurando fornecer uma melhor compreensão sobre a natureza do CTPC. Este trabalho em específico será melhor comentado na parte de resultados.

Sampaio e Mancini (2007) destacam que uma revisão da literatura deve indicar novos rumos para futuras investigações e identificar quais métodos de pesquisa foram utilizados em uma área. Neste sentido, a contribuição desta revisão da literatura está em situar o foco das análises na Formação de Professores de Ciências, onde esperamos contribuir para a formação de futuros professores, fornecendo elementos para discussão e tomadas de decisão sobre a implementação e desenvolvimento do CTPC nos cursos de formação docente.

2. Metodologia

Foram utilizados, neste trabalho, os procedimentos metodológicos propostos por Sampaio e Mancini (2007), que apontam que uma revisão sistemática requer uma pergunta clara, a definição de uma estratégia de busca, o estabelecimento de critérios de inclusão e exclusão dos artigos e, acima de tudo, uma análise criteriosa da qualidade da literatura selecionada.

O processo de desenvolvimento desse tipo de estudo de revisão inclui caracterizar cada estudo selecionado, avaliar a qualidade deles, identificar conceitos importantes, comparar as análises estatísticas apresentadas e concluir sobre o que a literatura informa em relação a determinada intervenção, apontando ainda problemas/questões que necessitam de novos estudos.

2.1. Perguntas de investigação

O objetivo deste trabalho é identificar como o referencial do CTPC é estudado em pesquisas publicadas sobre formação de professores de Ciências, observando os focos de pesquisa para montar um panorama sobre as contribuições no uso do TPACK e identificar possíveis lacunas. Para tal, pretende-se responder às seguintes perguntas sobre os artigos: 1) Quais foram as abordagens de pesquisa? 2) Qual era o foco das pesquisas?

2.2. Processo de busca

Com o objetivo de identificar como o referencial do CTPC é usado na formação de professores de Ciências, realizou-se uma pesquisa na base de dados da plataforma da Coordenação de Aperfeiçoamento de pessoal de Nível Superior do Ministério de Educação e Cultura do Brasil (CAPES/MEC), buscando identificar, classificar e avaliar de forma crítica os estudos que versaram sobre o modelo CTPC. O foco foi em artigos em Inglês, publicados no período entre 2006 e 2018. A escolha do ano de 2006 se deve ao fato do artigo de Mishra e Koehler (2006) ser a base deste referencial, onde buscou-se avaliar, até o ano de 2018. Para tal, utilizamos as seguintes palavras-chaves na língua inglesa: TPACK, Science Education, and Teacher Education.

2.3. Critérios de inclusão e exclusão

No primeiro momento, foi usada a palavra-chave TPACK resultando em 327 artigos, 19 dissertações, uma resenha e um artigo de revista. Destes, 288 eram na língua inglesa, sete em espanhol, seis em turco, três em norueguês e um em variados idiomas.

Os itens repetidos foram eliminados, restando assim 38 documentos, aos quais foram aplicados os critérios de inclusão e exclusão para compor a amostra final de documentos analisados. Foram utilizados dois critérios objetivos para selecionar a amostra final de documentos: a) o artigo devia ter relação direta com a formação de professores; b) artigos em inglês e revisados por pares da área e c) tratar-se de artigo sobre o Ensino de Ciências.

2.4. Análise dos dados

Para análise dos dados, usamos classificações adaptadas a partir da abordagem estruturada/sistêmica para a revisão da literatura, como apresentado por Lee, Wu e Tsai (2009) e Tsai e Wen (2005), onde os temas de pesquisa são: Formação de professores; Ensino-aprendizagem (recursos); Ensino-aprendizagem (Processo); Políticas Públicas, Currículo e Avaliação; Abordagens Cultural, Social e de Gênero; História, Filosofia, Epistemologia e Natureza da Ciência; Educação não-formal. Para classificar os enfoques metodológicos mais usados associados ao CTPC, utilizamos a classificação de Chai et al (2013): Estudo de caso; Avaliação de artefato; Desenvolvimento de software; Estudo de intervenção; Validação de instrumentos; Estudos Survey; Análise de documentos.

Em relação aos resultados para as pesquisas de Estudos de Caso, segundo Chai et al (2013), a seleção foi feita baseada na percepção e prática dos professores, quando usada alguma forma de ferramenta tecnológica (por exemplo, criação de filmes) ou ambiente (por exemplo, simulação). Foram considerados como estudos de intervenção aqueles cujo objetivo fosse orientado por instituições públicas ou privadas na direção de buscar melhorias em cursos ou quadro de professores, empregando o modelo CTPC nos programas. Quando a avaliação centrava no uso de cursos online, classificados de acordo com os cinco aspectos da aprendizagem significativa (ativo, autêntico, intencional, construtivo e cooperativo) foram categorizados como avaliação de artefato. No caso de Estudos Survey, foram classificados aqueles que avaliaram como os professores em atividade usam o modelo CTPC em sua prática, utilizando grande número de sujeitos e de enquetes para coleta de dados. Foram classificados como estudos de Validação de instrumentos, os artigos cuja ênfase era a criação e validação de pesquisas de autorrelato sobre a identificação das sete dimensões do CTPC com uso de fator de análise.

Também foi usada análise de conteúdo de Bardin (2011) para identificar as perguntas de pesquisa nos artigos encontrados. Neste processo de tratamento e análise de dados, buscou-se encontrar convergências e incidências de palavras e frases nos objetivos enunciados nos estudos. A análise de conteúdo pode ser definida como um conjunto de técnicas de análise das comunicações visando obter, por procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens, indicadores que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção destas mensagens (Bardin, 2011, p. 48).

Para tal, foram observados primeiramente os resumos dos artigos para fazer o levantamento dos dados. Quando estes não continham todas as informações, realizou-se um estudo do trabalho completo. Fez-se o que Bardin (2011) chama de leitura

flutuante, utilizando-se a regra da exaustividade, regra da representatividade, regra da homogeneidade e regra de pertinência, garantindo assim que os trabalhos selecionados atendessem aos objetivos da pesquisa.

Na segunda etapa, foram utilizados como unidades de análise, os elementos que estruturam as pesquisas da área, procedendo-se, por fim, à construção de categorias de síntese.

3. Resultados

3.1. Quais foram as abordagens de pesquisa?

Em relação ao tipo de pesquisa, identificou-se que a maior parte dos estudos 59% (22 artigos) é de natureza qualitativa, seguido por 28% (11 artigos) quantitativos e 13% (5 artigos) mistos. Isto revela uma preferência da área educacional para estudos qualitativos (Johnson e Onwuegbuzie, 2004; André, 2001). Os artigos que procuram identificar as dimensões do CTPC, sobre crenças na tecnologia para melhorar aulas e sobre validade do referencial CTPC foram os trabalhos que utilizaram uma abordagem quantitativa.

Em relação aos resultados encontrados para o enfoque de pesquisa, segundo classificação de Tsai (2005), eles apontam para uma ênfase nas relações de ensino-aprendizagem, pela observação de 20 artigos (53%) da seguinte forma: 26% artigos focaram nos recursos e 27% nos processos. Também se identificou que 23% dos trabalhos focaram em História, Filosofia, Epistemologia e Natureza da Ciência, enquanto 10 % procuraram avaliar políticas e currículos sobre formação de professores para o uso das TDIC e 12% em estudos sobre Abordagens Cultural, Social e de Gênero. Assim, há forte preocupação com os processos e com as ferramentas utilizadas no contexto educacional, o que pode sugerir uma visão muito instrumental de uso das tecnologias.

Nesta revisão não foram encontrados artigos sobre a formação de professores de Física relacionados com o CTPC, ainda que o tema geral envolvesse Ensino de Ciências. Foram identificados artigos sobre Biologia (4 artigos), Matemática (6) e Química (5). Possivelmente, isto se deve ao fato do uso do CTPC associado à formação de professores de Ciências ser relativamente recente.

Essa observação é corroborada pela avaliação de Nogueira (2015) que também não identificou nenhuma menção em nenhum estudo sobre seu uso na formação de professores de Física, o que pode sinalizar para uma lacuna na área do Ensino de Física.

Outro dado importante foi que o número de estudos envolvendo temas como cultura, sociedade e gênero aumentaram nos últimos anos (pulou de um estudo entre 2006-2015 para seis entre 2015-2018). Isto, pode sinalizar que os pesquisadores estão considerando como importantes outros fatores, como os socioculturais, para o desenvolvimento do CTPC.

Como observou-se também um aumento de estudos sobre processos de ensino-aprendizagem, com foco no trabalho colaborativo. Desta forma, pode-se sugerir que projetos colaborativos de aprendizagem, aprimorados por tecnologia, passaram a ser vistos como uma boa estratégia de desenvolvimento profissional. Especialmente, quando lembramos que professores aprendem uns com os outros, e com seus alunos, à medida que compartilham e aplicam o conhecimento. Isto é exemplificado no trabalho de McKenney (2018) que informa que o suporte básico ao processo pode permitir conversas aprofundadas, onde as informações fornecidas nas

discussões podem afetar as decisões de design e fomentar o uso do conhecimento de conteúdo pedagógico tecnológico integrado existente dos professores.

A análise sobre os focos dos trabalhos permitiu construir três grupos principais de objetivos de pesquisa utilizando o referencial do CTPC, os quais são: Avaliação de confiança em instrumentos para avaliar dimensões de conhecimento no modelo teórico do CTPC; Barreiras para o desenvolvimento do CTPC; Natureza do CTPC.

3.2. Avaliação de confiança em instrumentos para avaliar dimensões de conhecimento no modelo teórico do CTPC

Variados trabalhos, em diversos países, procuram desenvolver instrumentos válidos e confiáveis para avaliar os conhecimentos dos professores de acordo com o modelo CTPC. Por exemplo, Brantley e Ertmer (2013) fornecem uma revisão crítica da CTPC, abordando o desenvolvimento, verificação, utilidade e aplicação da estrutura do CTPC como uma forma de explicar a cognição do professor, no que tange à necessidade de integração tecnológica.

Outros estudos foram feitos com base no referencial do CTPC para avaliar domínios específicos, como o CT ou CPT necessário para desenvolver o CTPC (Rieys, 2016; Koh et al, 2010; Pamuk et al. 2015; Shinas et al. 2013; Archambault and Barnett 2010; Kazu and Erten 2014; Lee & Tsai 2010). O trabalho de Chittleborough (2014) mostrou que a dimensão do conhecimento tecnológico fomentou um aumento no conhecimento pedagógico dos professores em formação.

Quatro Estudos de intervenção buscavam avaliar como os currículos e políticas educacionais trabalhavam a integração das TDIC na formação de professores e, também, buscavam avaliar estratégias e cursos que permitissem o desenvolvimento do CTPC. Os resultados apontam para um melhor desenvolvimento da CTPC quando as ações eram feitas de forma reflexiva e baseadas em soluções de problemas. Também foi mostrado que os participantes tiveram dificuldades em compreender a diferença entre o CP e o CT. Isso dificultou o entendimento sobre a integração da CTPC, o que fez os autores sugerirem a necessidade de se refinar o modelo. Alguns artigos alegaram que a reflexão pode ajudar os futuros professores a simplificar a complexidade de sua prática, pois a consciência inicial CTPC era limitada e superficial (Koh, Woo e Lim, 2013; Lee e Kim, 2014; Liangyue, 2013 e Reyes, 2016).

Janssen et al. (2016) comparou a eficácia de dois tipos de apoio para planejamento de aulas. Ambos os tipos continham a mesma informação tecnológica, mas diferiam quanto à informação pedagógica e de conteúdo. O primeiro tipo recebeu esta informação separadamente (suporte separado); o segundo tipo recebeu essa informação de forma integrada. Os grupos foram instruídos a criar um plano de aula com tecnologia e justificar suas decisões de design. Os resultados mostraram que os professores em formação que usaram o suporte integrado tinham mais justificativas pedagógicas relacionadas ao conteúdo, além de apresentarem planos de aula de maior qualidade, comparados com o grupo que recebeu apoio separado. Ambos os grupos tinham poucas justificativas relacionadas à tecnologia, e a integração de tecnologia era de baixa qualidade.

Em alguns artigos houve a preocupação em avaliar artefatos específicos com objetivo de estudar como professores em formação percebiam as dimensões do CTPC. Por exemplo, alguns avaliaram como cursos on-line para formação de professores promovia a percepção das dimensões do CTPC (Rienties, Brouwer, Bohle Carbonel, Townsend, Rozendal, Van der Loo, Dekker e Lygo-Baker; 2013; Housseini, 2016; Harvey e Caro, 2017).

Blonder e Rap (2015) estudaram o uso do Facebook para estudar o CTPC e Crenças de Autoeficácia no uso das TDIC. Outros trabalhos estudaram o CTPC com uso de narrativas digitais (Sancar-Tokmak, Surmeli e Ozgelen; 2014), enquanto Chen et al. (2015) avaliaram como a wiki aumentou as relações das dimensões do CTPC. Os trabalhos avaliaram que as dimensões do CTPC são ampliadas, produzindo um aumento específico no CTC, como elemento mediador de outras dimensões.

Alguns trabalhos sugerem que, embora o referencial do CTPC seja útil do ponto de vista organizacional, é difícil separar cada um dos domínios e limites dos domínios do CT, CP e CC. Para Archambault e Barnett (2010) esta dificuldade de separação ocorre devido ao fato deles não estarem provavelmente separados. Os trabalhos também apontaram que a construção do CT, CC, CP foram validadas e reconhecidas pelos professores. No entanto, as dimensões do CPC, CTC, CTP e CTPC continuam sendo difíceis de separar e identificar. Segundo alguns autores, Isso pode revelar uma lacuna na formação desses professores no que diz respeito à integração adequada das dimensões do CTPC (Zelkowski et al, 2013 e Pamuk et al, 2015; Luik et al. 2018; Valtonen et al., 2018).

3.3. Barreiras para o desenvolvimento do CTPC

Os trabalhos que identificaram barreiras para a integração das tecnologias no contexto educacional, apresentaram um destaque para a falta de confiança dos professores em formação sobre o uso das TDIC em termos da infraestrutura das escolas. A principal alegação era que os professores em formação estavam céticos quanto à eficácia das escolas em se equipar adequadamente para usar as TDIC nas aulas (Chittleborough, 2014; Kopcha e Jung (2014); Martinovic e Zuoichen, 2012; Khan, 2011; Lye, Wee, Kwew, Abas e Tay, 2014; Bauer, 2013 e Bower, Highfield, Furney e Mowbray, 2013; Sheffield et al. 2015; Kontkanen et al., 2016; Polly e Tracy, 2016).

Em relação à metodologia escolhida por estes trabalhos, todos trabalhos mencionados anteriormente usaram o Estudo de Caso. A escolha desta metodologia pode ser justificada pela fala de Robert Yin (2001) de que os estudos de caso são especialmente indicados como estratégia quando se colocam questões do tipo «como» e «por que» e onde o pesquisador tem pouco controle sobre os eventos.

Outros trabalhos que usaram a metodologia de validação de instrumentos identificaram que existe uma forte relação entre aquilo que o futuro professor aprende no curso de formação universitária e a forma que ele vai usar este conhecimento na vida profissional, ou seja, ocorre uma conservação do CTC formado no ensino universitário (Archambault e Barnett, 2010; Kabakci e Coklar, 2014). Ainda usando a mesma metodologia, alguns trabalhos mostraram que o CTC surgido na licenciatura é relativamente fraco e que o ensino universitário não é eficiente na tentativa de ampliar o conhecimento neste domínio (Zelkowski, Gleason, Cox e Bismark, 2013; Young et al, 2012; Chai e Tsa, 2010).

Outros trabalhos sugerem que, embora muitos professores em formação sejam "nativos digitais", não é seguro assumir que as habilidades básicas de tecnologia se traduzem no contexto da prática da sala de aula (Pamuk, Ergun, Cakir, Yilmaz e Ayas, 2015; Luik et al. 2018; Valtonen et al., 2018).

Genericamente, estes trabalhos sugerem que só quando os professores estão familiarizados com uma ampla variedade de atividades de aprendizagem, dentro de um dado conteúdo específico, é que eles conseguem escolher adequadamente, e aplicar as TDIC de modo efetivo.

3.4. Natureza do CTPC

Alguns estudos procuram entender para que serve o referencial do CTPC, delimitando tanto sua aplicação na prática e na formação de professores quanto na sua constituição como constructo teórico conceitual sobre o trabalho docente. Por exemplo, o artigo de Brantley-Dias et al (2013) discutiu o que é o CTPC, comparando com o trabalho de Shulman (1987). Algumas perguntas foram usadas para organizar a discussão, tais como: Que valor agregado o CTPC oferece à comunidade educacional em termos de descrever, desenvolver e/ou medir a capacidade dos professores de usar a tecnologia de forma eficaz? O CTPC promove o tipo de ensino e aprendizado necessário para preparar os alunos para o século 21? E, finalmente, que pesquisa adicional é necessária para avançar nossa compreensão do que é preciso para os professores alcançarem um uso significativo da tecnologia?

Cox e Graham (2009) observaram que o constructo CTPC tem desempenhado um papel importante em permitir que os educadores considerem como as tecnologias emergentes podem contribuir para o processo de ensino-aprendizagem. Da mesma forma, Hammond e Manfra (2009) descreveram o CTPC como uma linguagem comum que permitia aos educadores de várias disciplinas discutirem como a tecnologia poderia ser melhor integrada.

Alguns trabalhos alegam que a estrutura CTPC poderia ser usada de maneira mais ampla - por exemplo, para capacitar professores em serviço a tomar decisões mais informadas sobre o uso da tecnologia em sala de aula (Cox & Graham, 2009; Groth, Spickler, Bergner & Bardzell, 2009; Harris & Hofer, 2011). No mesmo contexto, Doering et al. (2009) afirmaram que todos os professores precisam estar cientes de suas bases de conhecimento atuais nas áreas de CT, CTP e CTPC. Essa consciência sobre o CTPC permite que os professores estabeleçam metas de aprendizagem para si próprios. Entretanto, Brantley-Dias (2013) questionou esta ideia alegando que há pouca evidência para apoiar essa afirmação, propondo uma reconsideração sobre o público-alvo da CTPC e, então, concentrar nossos esforços de forma mais restrita para atender às necessidades do público-alvo definido.

Como já mencionado, o trabalho de Voogt et al. (2013) apresentam um resumo conceitual do CTPC em sua revisão alegando que o CTPC é visto, principalmente, de quatro maneiras: (a) como uma nova definição de integração tecnológica; (b) como a integração do conhecimento de conteúdo, pedagogia e tecnologia - isto é, os meios para alcançar a integração de tecnologia (por exemplo, Niess, 2005); (c) como a base de conhecimento necessária para ensinar com tecnologia, conforme definido por três domínios de conhecimento (conteúdo, pedagogia e tecnologia) e as interseções entre eles (por exemplo, Mishra & Koehler, 2006); e (d) como um corpo distinto de conhecimento que pode ser desenvolvido e avaliado por si próprio (por exemplo, Angeli & Valanides, 2009).

Outros trabalhos buscaram entender possíveis diferenças nas percepções dos professores sobre o CTPC em relação ao gênero, idade e currículos. Por exemplo, Lin, Tsai e Chai (2013) fizeram um estudo survey procurando mostrar quais relações existiam entre as percepções sobre CTPC dos professores de ciências e suas características demográficas, tais como experiência de ensino, sexo e idade. Ele identificou que professores de ciências do sexo feminino têm maior autoconfiança no Conhecimento Pedagógico. No entanto, mostrou menor autoconfiança no CT que os do sexo masculino. Além disso, no caso de professores atuantes, as percepções das mulheres têm uma significativa dificuldade com o CT em relação à idade. Os demais trabalhos também estudaram como as dimensões do CTPC eram percebidas por

professores em exercício, relatando que os professores identificaram um efeito direto do CT e CP sobre o CTPC. Eles também identificaram essas fontes de conhecimento para desenvolver o CTP e CTC. No entanto, os participantes não viram claramente os efeitos do CC e CPC sobre o CTPC. Os resultados mostraram que os participantes não distinguiam CP de CPC. No geral, estes estudos confirmam a necessidade de dar mais clareza sobre o quadro do CTPC e visitar instrumentos de pesquisa construídos diretamente em torno deste quadro (Lin, Tsai e Chai, 2013; Koh et al, 2013; Young et al, 2013; Shinas et al., 2013; Kimmons e Hall, 2018; Kabakci, 2018)

4. Conclusões e discussões

Observou-se que os trabalhos deram grande foco na análise dos constructos das habilidades e proficiências da dimensão tecnológica; nas crenças e atitudes dos professores no uso de tecnologias; no suporte dado pelas tecnologias e nas barreiras encontradas para uso das TDIC. Com isso, é possível fazer um mapeamento interessante da área para a utilização em cursos de formação de professores. Por exemplo, foi identificado que o número de estudos envolvendo temas como cultura, sociedade e gênero aumentaram nos últimos anos (pulou de um estudo entre 2005-2015 para seis entre 2015-2018), o que pode sinalizar que os pesquisadores estão considerando como importantes outros fatores, como os socioculturais, para o desenvolvimento do CTPC.

Outra observação que pode ser feita é em relação aos tipos de pesquisa, pois revelou-se uma forte preocupação com os processos e com as ferramentas utilizadas no contexto educacional. Isto pode sugerir uma visão muito instrumental de uso das tecnologias, o que demanda uma observação mais acurada sobre a Filosofia da Tecnologia adotada pelos pesquisadores nos moldes propostos por Verkerk et al. (2018).

Por fim, foi identificada outra carência de estudos com foco nos alunos. O CTPC dá grande ênfase no professor, sem levar em consideração as percepções dos alunos, bem como seus contextos socioculturais. Nesse contexto, Chai et al (2013) comentam que há necessidade de distinguir se o CTPC é centrado no professor ou no estudante. Esta preocupação se justifica, também pela fala de outros autores (Almas e Krumsvik, 2008; Hammond e Manfra, 2009) que revelam que as crenças pedagógicas dos professores e as habilidades tecnológicas são fatores importantes que influenciam como CTPC é mobilizado em sala de aula. Assim, acredita-se que os apontamentos fornecidos pela revisão ora apresentada podem servir de base para orientar os cursos de formação de professores e para direcionar novas pesquisas envolvendo o referencial do CTPC em áreas como o Ensino de Física no Brasil, por exemplo.

Embora o referencial do CTPC tenha sido introduzido formalmente há pouco mais de 10 anos (Mishra & Koehler, 2006), ele teve rápida disseminação e já foi refinado e conceituado de várias maneiras (Voogt et al., 2013). Assim, é possível reconhecer os benefícios obtidos com a introdução do CTPC, ainda que o construto, como existe atualmente, não esteja plenamente compreendido. Desta forma, existe a necessidade de mais esclarecimentos, e discussões, para orientar adequadamente futuros esforços educacionais destinados a preparar professores e alunos para o século XXI.

5. Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior-Brasil (CAPES) – Código de

Financiamento 001, e do CNPq. Também agradecemos imensamente aos revisores deste trabalho pelas valiosas contribuições.

6. Referencias

- Almås, A. Krumsvik, R. (2008). Teaching In Technology-rich Classrooms: Is There A Gap Between Teachers' Intentions And Ict Practices?. *Research In Comparative And International Education*. 3. 10.2304/3.2.103.
- André, M. (2001). Pesquisa Em Educação: Buscando Rigor e Qualidade. *Cadernos De Pesquisa*, 113, 51-64.
- Angeli, C., & Valanides, N. (2009). Epistemological And Methodological Issues For The Conceptualization, Development, And Assessment Of Ict-pack: Advances In Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK). *Computers & Education*, 52, 154-168.
- Archambault, L.M. Barnett, J.H. (2010). Revisitando O Conhecimento Pedagógico De Conteúdo Em Tecnologia: Explorando O Framework TPACK. *Computadores E Educação*, 55, 1656 - 1662.
- Bardin, L. (2011). Análise De Conteúdo. São Paulo: Edições 70.
- Blonder, R. Shelley, R. (2015). I Like Facebook: Exploring Israeli High School Chemistry Teachers' TPACK And Self-efficacy Beliefs. *Educ Inform Technol* 1-28.
- Bower, M; Highfield, K; Furney, P; Mowbray, L. (2013). Supporting Pre-service Teachers' Technology-enabled Learning Design Thinking Through Whole Of Programme Transformation. *Educational Media International* 50(1), P P.39-50. 2013
- Brantley-dias, L. Ertmer, M. A. (2013) Goldilocks And TPACK. *Journal Of Research On Technology In Education*, 46(2), 103-128, doi: 10.1080/15391523.2013.10782615
- Chai, C-s. Koh, J. H-I & Tsai, C.C. (2013). A Review Of Technological Pedagogical Content Knowledge. *Educational Technology & Society*, 16(2), P. 31-51. 2013.
- Chen, Y-h. Jang, S - J. Chen, P - J. (2015). Using Wikis And Collaborative Learning For Science Teachers' Professional Development. *Journal Of Computer Assisted Learning*, 31, 330-344
- Chittleborough, G (2014). Learning How To Teach Chemistry With Technology: Pre-service Teachers' Experiences With Integrating Technology Into Their Learning And Teaching. *Journal Of Science Teacher Education*, 25(4), Pp.373-393.
- Coll, C. Monereo, C. (Eds.) (2010). *Psicologia Da Educação Virtual: Aprender E Ensinar Com As Tecnologias Da Informação E Comunicação*. Artmed Editora S.A. Rio Grande Do Sul.
- Cox, S., & Graham, C. R. (2009) Diagramming TPACK In Practice: Using A And Elaborated Model Of The Tpack Framework To Analyse And Depict *Teacher Knowledge*. *Techtrends*, 53, 60-69.
- Groth, R., Spickler, D., Bergner, J., & Bardzell, M. (2009). A Qualitative Approach To Assessing Technological Pedagogical Content Knowledge. *Contemporary Issues In Technology And Teacher Education*, 9, 392-411.
- Hardy, M. (2010). Enhancing Preservice Mathematics Teachers' TPACK. *Journal Of Computers In Mathematics And Science Teaching*, 29(1), 73-86.
- Hammond, T. C., & Manfra, M. M. (2009). Giving, Prompting, Making: Aligning Technology And Pedagogy Within TPACK For Social Studies Instruction. *Contemporary Issues In Technology And Teacher Education*, 9(2).
- Harris, J. Grandgenett, N., & Hofer, M. (2007). Testing A TPACK-based Technology Integration Assessment Rubric. In C. Crawford, D. A. Willis, R. Carlesen, I. Gibson, K. McFerrin, J. Harris, J., & Hofer, M. J. (2011). Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) In Action: A Descriptive Study Of Secondary Teachers' Curriculum-based, Technology-related Instructional Planning. *Journal Of Research On Technology In Education*, 43, 211-229.
- Harvey, D. E Caro, R. (2017). Building TPACK In Preservice Teachers Through Explicit Course Design. *Techtrends*, 61(2), 106-114.
- Hosseini, Z. (2016). The Potential Of Directed Instruction To Teach Effectively Technology Usage. *World Journal On Educational Technology*, 8(3), 172-179.

- Janssen, Noortje, & Lazonder, Ard W. (2015). Implementing Innovative Technologies Through Lesson Plans: What Kind Of Support Do Teachers Prefer? *Journal Of Science Education And Technology*, 24(6), 910-920.
- Johnson, R. B. Onwuegbuzie, A. J. (2004). Mixed Methods Research: A Research Paradigm Whose Time Has Come. *Educational Researcher*, 33(7), 14-26.
- Kabakci Yurdakul, L. (2018). Modeling The Relationship Between Pre-service Teachers' TPACK And Digital Nativity. *Educational Technology Research And Development*. 66. 10.1007/S11423-017-9546-x.
- Kabakci Yurdakul, I. Coklar, A. N. (2014). Modeling Preservice Teachers' TPACK Competencies Based On Ict Usage. *Journal Of Computer Assisted Learning*, 30(4), 363-376.
- Kimmons, R., & Hall, C. (2018). How Useful Are Our Models? Pre-service And Practicing Teacher Evaluations Of Technology Integration Models. *Techtrends*, 62(1), 29-36.
- Koehler, M.J.; Mishra, P. (2005). What Happens When Teachers Design Educational Technology? The Development Of Technological Pedagogical Content Knowledge. *J. Educ. Comput. Res.*, 32, 131-152.
- Koehler, M.J. Mishra, P. Yahya, K. (2007). Tracing The Development Of Teacher Knowledge In A Design Seminar: Integrating Content, Pedagogy And Technology. *Computers & Education*, 49(3), 740-762.
- Koh, J. Chai, C. Tsai, C-c. (2013). Examining Practicing Teachers' Perceptions Of Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) Pathways: A Structural Equation Modeling Approach. *Instructional Science*, 41, 793-809.
- Kontkanen, S; Dillon, P; Valtonen, T; Renkola, S; Vesisenaho, M; Väisänen, P. (2016). Pre-service Teachers' Experiences Of Ict In Daily Life And In Educational Contexts And Their Proto-technological Pedagogical Knowledge. *Education And Information Technologies*, 21(4), 919-943.
- Kopcha, T. Ottenbreit-leftwich, A. Jung, J. Baser, D. (2014). Examining The TPACK Framework Through The Convergent And Discriminant Validity Of Two Measures. *Computers & Education*, 78, 87-96
- Lee, C-j ; Kim, C. (2014). An Implementation Study Of A TPACK-based Instructional Design Model In A Technology Integration Course. *Educational Technology Research And Development*, 62(4), 437-460.
- Lee, M & Tsai, C (2008). Exploring Teachers' Perceived Self Efficacy And Technological Pedagogical Content Knowledge With Respect To Educational Use Of The World Wide Web. *Instructional Science*, 38(1), 1-21. doi: 10.1007/s11251-008-9075-4
- Lee, M.-h., Wu, Y.-t., & Tsai, C.-c. (2009). Research Trends In Science Education From 2003 To 2007: A Content Analysis Of Publications In Selected Journals. *International Journal Of Science Education*, 31(15), 1999-2020.
- Lin, T-c. Tsai, C-c. Chai, C. S. Lee, M-h. (2013). Identifying Science Teachers' Perceptions Of Technological Pedagogical And Content Knowledge (TPACK). *Journal Of Science Education And Technology*, 22, P.325-336. 2013
- Luik, P., Taimalu, M., & Suviste, R. (2018). Perceptions Of Technological, Pedagogical And Content Knowledge (TPACK) Among Pre-service Teachers In Estonia. *Education And Information Technologies*, 23(2), 741-755.
- Mckenney, S., Boschman, F., Pieters, J. (2016). Collaborative Design Of Technology-enhanced Learning: What Can We Learn From Teacher Talk? *Techtrends*, 60, 385. <https://doi.org/10.1007/S11528-016-0078-8>
- Mishra, P.; Koehler, M. (2006). Technological Pedagogical Content Knowledge: A Framework For Teacher Knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017-1054,.
- Maeng, J. L. Mulvey, B. K. ; Smetana, L. K. ; Bell, R. L. (2013). Preservice Teachers' TPACK: Using Technology To Support Inquiry Instruction. *Journal Of Science Education And Technology*, 22, 838. doi: 10.1007/s10956-013-9434-z
- Niess, M.L. (2005). Preparing Teachers To Teach Science And Mathematics With Technology: Developing A Technology Pedagogical Content Knowledge. *Teaching And Teacher Education*, 21, 509-523.
- Niess, M. L. (2008). *Guiding Preservice Teachers In Developing TPACK*. In The American Association Of Colleges For

- Teacher Education (Aacte) Committee On Innovation And Technology (Eds.), Handbook Of Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) For Educators (pp. 223–250). New York: Routledge
- Nogueira, F. Pessoa, T. Gallego, M-j. (2015). Desafio E Oportunidades Do Uso Da Tecnologia Para A Formação Continuada De Professores: Uma Revisão Em Torno Do TPACK Em Portugal, Brasil E Espanha. Tear: *Revista De Educação Ciência E Tecnologia, Canoas*, 4(2).
- Pamuk, S., Ergun, M., Cakir, R., Yilmaz, H., & Ayas, B. (2015). Exploring Relationships Among TPACK Components And Development Of The TPACK Instrument. *Education And Information Technologies*, 20(2), 241-263.
- Price, & R. Weber (Eds.) (2010). *Proceedings Of The Society For Information. Technology & Teacher Education International Conference*. (pp. 3833–3840). Chesapeake, Va: Aace
- Polly, D. Rock, T. (2016). Elementary Education Teacher Candidates' Integration Of Technology In The Design Of Interdisciplinary Units. *Techtrends*, 60(4), 336-343.
- Reyes, V. C.; Nadya Jr, R.; Gregory, S., & Doyle, H. (2016). An Exploratory Analysis Of TPACK Perceptions Of Pre-service Science Teachers: A Regional Australian Perspective. *International Journal Of Information And Communication Technology Education*, 12(4), 1-14.
- Rienties, B. Brouwer, N. Bohle Carbonell, K. Townsend, D. Rozendal, A-p. Van Der Loo, J. Dekker, P. Lygo Baker, S. (2013). Online Training Of TPACK Skills Of Higher Education Scholars: A Cross-institutional Impact Study. *European Journal Of Teacher Education*, 36(4), 480-495.
- Rolando, L. G. R., Luz, M. R. M. P., & Salvador, D. F. (2015). O Conhecimento Tecnológico Pedagógico do Conteúdo no Contexto Lusófono: uma revisão sistemática da literatura. *Revista Brasileira de Informática Na Educação*, 23(3), 174–190. <http://doi.org/10.5753/rbie.2015.23.03.174>
- Sahin, I. (2011). Development Of Survey Of Technological Pedagogical And Content Knowledge (TPACK). *Turkish Online Journal Of Educational Technology*, 10(1), 97-105.
- Sampaio, R. F., & Mancini, M. C. (2007). Estudos de revisão sistemática: um guia para síntese criteriosa da evidência científica. *Revista Brasileira de Fisioterapia*, 11(1), 83–89.
- Sheffield, R; Dobozy, E; Gibson, D; Mullaney, J, & Campbell, C. (2015). *Teacher Education Students Using TPACK In Science: A Case Study*. *Educational Media International*, 52(3), 227-238.
- Shulman, L. S. (1986) Those Who Understand: Knowledge Growth In Teaching. *Educational Researcher*, 15, 4-14.
- Tsai, C.-c. Wen, L. M. C. (2005). Research And Trends In Science Education From 1998 To 2002: A Content Analysis Of Publication In Selected Journals. *International Journal Of Science Education*, 27(1), 3-14
- Tondeur, J.; Hermans, R.; Van Braak, J.; Valke, M. (2008). Exploring The Link Between Teachers' Educational Belief Profiles And Different Types Of Computer Use In The Classroom. *Computers In Human Behavior*, 24, 2541-2553.
- Valtonen, T., Kukkonen, J., Kontkanen, S., & Sointu, E. (2018). Differences In Pre-service Teachers' Knowledge And Readiness To Use Ict In Education. *Journal Of Computer Assisted Learning*, 34(2), 174-182.
- Verkerk, M. J. Hoogland, J. Van Der Stoep, J. Vries, M. J. (2018). *Filosofia Da Tecnologia: Uma Introdução*. 1. Ed. Viçosa, Minas Gerais: Ultimato, 2018.
- Voogt, J., Fisser, P., Pareja Roblin, N., Tondeur, J., & van Braak, J. (2013). Technological pedagogical content knowledge - a review of the literature. *Journal of Computer Assisted Learning*, 29(2), 109–121. <http://doi.org/10.1111/j.1365-2729.2012.00487.x>
- Young, J. R. Young, J. L. Shaker, Z. (2012). Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) Literature Using Confidence Intervals. *Techtrends*, 56(5), 25-33
- Yin, R. (2001). *Estudo De Caso: Planejamento E Métodos*. Ed. Bookman. Porto Alegre.
- Zelkowski, J. Gleason, J. Cox, D. C. Bismarck, S. (2013). Developing And Validating A Reliable TPACK Instrument For Secondary Mathematics Preservice Teachers. *Journal Of Research On Technology In Education*, 46, 173.

