

Ministério da Saúde

FIOCRUZ
Fundação Oswaldo Cruz

INSTITUTO OSWALDO CRUZ

Pós-Graduação em Ensino em Biociências e Saúde

LUIZ GUSTAVO RIBEIRO ROLANDO

**Um exame da percepção de professores de Biologia acerca de suas bases
de Conhecimento Tecnológico Pedagógico do Conteúdo**

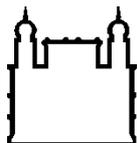
Defesa de Tese apresentada ao Instituto
Oswaldo Cruz como parte dos requisitos para
obtenção do título de Doutor em Ciências.

Orientadores: Dr. Maurício Roberto Motta Pinto da Luz

Dr. Daniel Fábio Salvador

RIO DE JANEIRO

2017



Ministério da Saúde

FIOCRUZ
Fundação Oswaldo Cruz

INSTITUTO OSWALDO CRUZ

Pós-Graduação em Ensino em Biociências e Saúde

AUTOR: LUIZ GUSTAVO RIBEIRO ROLANDO

**Um exame da percepção de professores de Biologia acerca de suas bases
de Conhecimento Tecnológico Pedagógico do Conteúdo**

ORIENTADOR: Dr. Maurício Roberto Motta Pinto da Luz

Dr. Daniel Fábio Salvador

Aprovada em: 22/06/2017

EXAMINADORES:

Doutora Taís Rabetti Giannella

Doutor Gutemberg Gomes Alves

Doutor Renato Matos Lopes

Doutor Ricardo Francisco Waizbort (Revisor e 1º suplente)

Doutor Michele Waltz Comarú (2º suplente)

Rio de Janeiro, 22 de Junho de 2017.

Rolando, Luiz Gustavo Ribeiro.

Um exame da percepção de professores de Biologia acerca de suas bases de Conhecimento Tecnológico Pedagógico do Conteúdo / Luiz Gustavo Ribeiro Rolando. - Rio de Janeiro, 2017.

149 f.; il.

Tese (Doutorado) - Instituto Oswaldo Cruz, Pós-Graduação em Ensino em Biociências e Saúde, 2017.

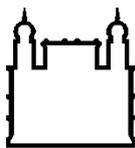
Orientador: Maurício Roberto Motta Pinto da Luz.

Co-orientador: Daniel Fábio Salvador.

Bibliografia: f. 134-149

1. Professores de Biologia. 2. Desenvolvimento profissional online. 3. Tecnologias da informação e comunicação. 4. Conhecimento Tecnológico Pedagógico do Conteúdo. I. Título.

Elaborada pelo Sistema de Geração Automática de Ficha Catalográfica da Biblioteca de Manguinhos/ICICT com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).



Ministério da Saúde

FIOCRUZ
Fundação Oswaldo Cruz

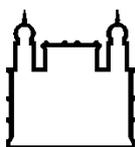
RESUMO

Um exame da percepção de professores de Biologia acerca de suas bases de Conhecimento Tecnológico Pedagógico do Conteúdo

Resumo: O ensino é caracterizado pelo alto nível de variabilidade de situações enfrentadas pelo professor e por uma interconexão entre teoria e prática. Dessa forma, requer dos professores o entrelaçamento de diferentes tipos de conhecimento aplicáveis em diferentes situações. Esta tese de doutorado apresenta em quatro estudos independentes, mas interrelacionados, um conjunto de resultados empíricos baseados no modelo teórico Conhecimento Tecnológico Pedagógico do Conteúdo. Os resultados obtidos e discutidos indicam que a pesquisa fundamentada nesse modelo se encontra em um estágio inicial no contexto dos países de língua portuguesa e que a pesquisa empírica sobre esse modelo se beneficiaria da utilização de instrumentos validados. Para isso, foi realizada a adaptação transcultural e validação das propriedades psicométricas do instrumento *TPACK Survey for Meaningful Learning*. Os resultados obtidos demonstraram que houve boa compreensão e aceitação das assertivas adaptadas do instrumento original. As análises estatísticas realizadas indicam que a versão final do instrumento, para a língua portuguesa, possui validade e confiabilidade. O referido instrumento foi aplicado em uma amostra de 440 professores de Biologia. Os resultados obtidos indicam que esses professores se sentem mais confiantes em relação às suas bases de conhecimento que dependem de habilidades pedagógicas e ou habilidades de uso de tecnologia. Foram encontradas fortes correlações positivas entre a base de conhecimento tecnológico e as demais bases de conhecimento relacionadas à tecnologia. Por fim, o instrumento foi utilizado para investigar o impacto da participação em um programa de desenvolvimento profissional online na percepção de professores de Biologia a respeito de suas bases de conhecimento. Os resultados encontrados indicam que a proposta de

fomentar cursos focalizados em instrumentalizar o professor para lidar com os conteúdos específicos que ele tem que ensinar em sala de aula, aliados a elaboração de planos de ação e subsequente reflexão acerca da prática docente, produziram efeitos positivos e duradouros sobre sua confiança em relação às suas bases de conhecimento.

Palavras-Chave: Professores de Biologia, Desenvolvimento profissional online, Tecnologias da informação e comunicação, Conhecimento Tecnológico Pedagógico do Conteúdo.



Ministério da Saúde

FIOCRUZ
Fundação Oswaldo Cruz

ABSTRACT

An examination of the Biology teachers' perception about their Technological Pedagogical Content Knowledge

Abstract: Teaching is characterized by the high level of variability of situations faced by the teacher and by an interconnection between theory and practice. In this way, it requires the teachers to interweave different types of knowledge applicable in different situations. This doctoral thesis presents in four independent but interrelated studies a set of empirical results based on the theoretical model Technological Pedagogical Content Knowledge. The results obtained and discussed indicate that the research based on the model is at an early stage in the context of the Portuguese-speaking countries and that empirical research on this model would benefit from the use of validated instruments. For this, the cross-cultural adaptation and validation of the psychometric properties of the TPACK Survey for Meaningful Learning instrument was performed. The results showed that there was a good understanding and acceptance of the adapted assertions of the original instrument. The statistical analyzes carried out indicate that the final version of the instrument, for the Portuguese language, has validity and reliability. This instrument was applied in a sample of 440 Biology teachers. The results indicate that these teachers feel more confident about their knowledge bases that depend on pedagogical skills and / or technology use skills. Strong positive correlations were found between the Technological knowledge base and the other bases related to the Technology. Finally, the instrument was used to verify the impact of participation in an online professional development program in the Biology teachers' perception about their knowledge bases. The results indicate that the proposal to promote courses focused on instrumentalizing the teacher to deal with the specific contents that he has to teach in the classroom, allied to the elaboration of lessons plans and

subsequent reflection on the teaching practice, produced positive and lasting effects on their confidence in their knowledge bases.

Keywords: Biology teachers, Online professional development, Information and communication technologies, Technological Pedagogical Content Knowledge.

Agradecimentos

Esta tese de doutorado é resultado do esforço coletivo de um grupo de pessoas que possuem excelência nas áreas de ensino de ciências e tecnologia educacional. Mais que colaboradores, são amigos, que juntamente com meus familiares possibilitaram as condições para minha formação.

Reconheço e agradeço a meus avós, pais, tios, irmãs, amigos e, especialmente, minha esposa Queila e filhos Matheus e Júlia por toda compreensão e apoio ao longo dos últimos sete anos de dedicação aos estudos.

Agradeço imensamente a meus orientadores, professores Maurício Luz e Daniel Salvador, pela paciente condução ao longo deste processo de formação.

Também agradeço aos queridos professores Carolina Spiegel, Ricardo Waizbort, Roberta Vasconcellos, Gutemberg Alves, Renato Lopes e Tais Giannella, bem como aos colegas André Souza e Débora Batista pela colaboração e apoio na realização desta Tese de Doutorado.

Sumário

Apresentação	x
1. Introdução.....	01
1.1. Integração de tecnologias da informação e comunicação no ensino.....	01
1.2. O modelo Conhecimento Tecnológico Pedagógico do Conteúdo (CTPC).....	04
1.2. Fundamentos psicométricos.....	04
2. Objetivos de pesquisa.....	09
3. Estudo A: O Conhecimento Tecnológico Pedagógico do Conteúdo no contexto Lusófono: uma revisão sistemática da literatura	12
4. Estudo B: Adaptação transcultural e validação do instrumento <i>TPACK Survey for Meaningful Learning</i>	39
5. Estudo C: A percepção do Conhecimento Tecnológico Pedagógico do Conteúdo de professores brasileiros: perfil, inter-relações e comparações.....	59
6. Estudo D: Desenvolvimento profissional online de professores de Biologia: efeitos sobre a percepção do Conhecimento Tecnológico Pedagógico do Conteúdo	96
7. Considerações finais	115
8. Apêndice Geral. Fundamentos estatísticos	119
9. Referências bibliográficas	134

Apresentação

Esta Tese de doutoramento foi desenvolvida juntamente com meus orientadores e colaboradores, no Laboratório de Avaliação em Ensino e Filosofia das Biociências do Instituto Oswaldo Cruz. Ela tem como fundamentação teórica o modelo *Technological Pedagogical Content Knowledge* (TPACK), traduzido para a língua portuguesa como Conhecimento Tecnológico Pedagógico do Conteúdo (CTPC), proposto por Mishra & Koehler (2006)¹, bem como conceitos vinculados aos campos da psicologia cognitiva, estatística e ao desenvolvimento profissional de professores.

O modelo CTPC é uma formulação teórica acerca de diferentes bases (tipos) de conhecimento que professores possuem ou deveriam possuir para a efetiva integração de tecnologia no ensino. Esse modelo foi formulado a partir dos clássicos trabalhos de Lee Shulman, publicados na década de 1980². Shulman defendia que conteúdo e pedagogia se combinavam na mente de professores experientes, a ponto de surgir um tipo de conhecimento que não era o conhecimento de um pedagogo e nem o de um *expert* em uma determinada área do conhecimento. Este conhecimento, específico, foi denominado Conhecimento Pedagógico do Conteúdo.

Em seu artigo de 1986, Shulman critica duramente a frase “*Quem sabe faz. Quem não sabe ensina*”, de George Bernard Shaw.

“Eu não sei baseado no que George Bernard Shaw escreveu esse aforismo infame, palavras que atormentaram professores por quase um século. Elas são encontradas em "Maxims for Revolutionists", um apêndice da peça Man and Superman. "Aquele que pode, faz, aquele que não pode, ensina" é um insulto calamitoso para a nossa profissão, mas é facilmente repetido até mesmo pelos professores. Mais preocupante, essa filosofia muitas vezes parece estar subjacente às políticas relativas à ocupação e atividades de ensino. De onde se originou uma imagem tão humilhante das capacidades do professor? Há quanto tempo estamos atormentados por suposições de ignorância e inépcia

¹ Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological Pedagogical Content Knowledge: A Framework for Teacher Knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017–1054.

² Shulman, L. S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4–14.

Shulman, L. S. (1987). Knowledge and Teaching: Foundations of New Reform. *Harvard Educational Review*, 57(1), 01 – 21.

dentro do corpo docente? Shaw deve ser tratado como a última palavra sobre o que os professores sabem e não sabem, ou fazem e não podem fazer?"

Shulman discute a frase de Shaw dizendo que ele parecia ter visualizado, por antecipação, os currículos da década de 1980, uma vez que esses enfatizavam os processos e métodos de ensino, com pouca consideração pelos conteúdos específicos. Shulman denominou esse fenômeno de "O Paradigma Perdido". Sua pesquisa e seus ensinamentos estavam relacionados ao entendimento de como o Conhecimento Pedagógico do Conteúdo se desenvolvia na mente de professores inexperientes, em suas palavras: *"... nos últimos três anos, eu e meus colegas vimos o conhecimento da pedagogia e do conteúdo crescer na mente de jovens homens e mulheres."*

Ampliando o trabalho de Shulman, Mishra e Koehler revolucionaram o campo de pesquisa em tecnologia educacional. Esses autores propuseram que, da mesma forma que pedagogia e conteúdo interagem na mente dos professores, a integração de tecnologia no ensino passaria pela interação de uma terceira base de conhecimento, o Conhecimento Tecnológico, com o Conhecimento do Conteúdo e o Conhecimento Pedagógico.

É alicerçada nesta "raíz" que esta pesquisa de doutorado foi realizada. Nessa perspectiva, o aprimoramento de processos de desenvolvimento profissional do professor para lidar com as chamadas tecnologias da informação e comunicação (TICs) em sua prática docente, passaria pela compreensão de como esses professores se percebem em relação a essas diferentes bases de conhecimento. O processo incluiria também a formulação de estratégias de formação que explorassem a integração de conteúdo, pedagogia e tecnologia. Embora inicialmente a atração pelo processo de integração de tecnologia no ensino tenha sido o foco central desta pesquisa, o amadurecimento alcançado neste momento permite travar uma discussão acerca das sete bases de conhecimento envolvidas no modelo CTPC, a saber: Conhecimento do Conteúdo (CC), Conhecimento Pedagógico (CP), Conhecimento Pedagógico do Conteúdo (CPC), Conhecimento Tecnológico (CT), Conhecimento Tecnológico Pedagógico (CTP), Conhecimento Tecnológico do Conteúdo (CTC) e Conhecimento Tecnológico Pedagógico do Conteúdo (CTPC).

A fim de buscar inserção no campo de pesquisa em tecnologia educacional, em seu contexto internacional, optamos por entender como a pesquisa relativa ao modelo CTPC se desenvolveu, quais os instrumentos utilizados e que processos de análise de dados foram utilizados pelos grupos de pesquisa de diferentes países. Esta opção guiou a escolha de procedimentos e técnicas específicas, bem como orientou a organização da redação desta Tese.

Assim, a busca por encontrar um instrumento apropriado para a coleta de dados ensejou a realização do Estudo A - uma revisão sistemática de literatura. Essa revisão visou compreender o estado em que se encontrava a pesquisa com o modelo CTPC na língua portuguesa, uma vez que os participantes da pesquisa seriam professores brasileiros. Como resultado observou-se a necessidade de utilizar um instrumento validado internacionalmente, resultando na realização do Estudo B - um processo de adaptação transcultural do questionário *TPACK Survey for Meaningful Learning*, seguido de sua validação psicométrica. Na sequência da pesquisa realizamos o Estudo C, que apresenta os resultados referentes à aplicação do questionário em uma amostra de professores de Biologia e a subsequente análise dos resultados obtidos. Por fim, no Estudo D, testamos o *TPACK Survey for Meaningful Learning* em uma metodologia de avaliação pré e pós-teste com professores de Biologia participantes de um programa de desenvolvimento profissional online.

Dessa forma, esta Tese de doutorado é apresentada sob a forma de estudos (artigos), além de uma introdução geral e uma seção de considerações finais. Optou-se pelo formato de estudos uma vez que esta pesquisa é constituída de quatro estudos independentes, mas inter-relacionados. Para alcançar os objetivos propostos nesta Tese de Doutorado foram utilizados procedimentos estatísticos que visam operacionalizar fundamentos psicométricos. A ênfase dada está na análise das percepções de professores em relação a seus conhecimentos sobre tecnologia, pedagogia e Biologia. Na seção de Introdução Geral apresentamos brevemente um histórico acerca dos modelos de implementação de tecnologia, bem como os fundamentos psicométricos sob os quais os resultados dos quatro estudos aqui apresentados foram obtidos. Também inserimos um apêndice geral ao final desta Tese, que contém conceitos e explicações acerca das técnicas estatísticas que foram empregados para obter os resultados examinados e discutidos, especialmente nos estudos B e C.

“Those who can, do. Those who understand, teach.”

Lee Shulman, 1986.

1. Introdução

1.1. Integração de tecnologias da informação e comunicação no ensino

A crescente informatização da sociedade, bem como seus atuais e futuros desafios têm sido alvos da preocupação de políticas públicas voltadas para a educação no século XXI em diversos países (Law, Lee, & Chan, 2010; Plomp, Pelgrum, & Law, 2007; UNESCO, 2005, 2008, 2011). Influenciado por esse movimento global em favor da tecnologia, o poder público brasileiro executou algumas ações visando equipar escolas com computadores e ferramentas de comunicação (Fidalgo-Neto et al., 2009; FNDE, 2010; Salvador, Magarão, Struchiner & Giannella, 2011). Documentos oficiais têm refletido a importância de se utilizar tecnologias na educação. A resolução CNE/CP nº 1/2002 do Conselho Nacional de Educação já sugeria que a formação para a atividade docente deve contemplar o uso TICs (CNE, 2002). Mais recentemente, a Conferência Nacional de Educação não só enfatizou a importância das tecnologias da informação e comunicação (TICs) no contexto educacional, como destacou a necessidade de efetivação de políticas de formação de professores para o uso de tecnologias educacionais (CONAE, 2010; Brasil, 2014).

O uso das TICs no ensino tem sido alvo de numerosas e diversificadas investigações no que diz respeito à aprendizagem dos alunos, à formação e ao exercício profissional de professores. Segundo Bransford, Brown e Cocking (2007) as TICs podem ser utilizadas de muitas maneiras: apoiar e favorecer a aprendizagem, criar na sala de aula situações baseadas em problemas do mundo real, gerar oportunidades de *feedback* e reflexão, permitir a construção de comunidades de aprendizagem, além de expandir as possibilidades para o professor aprender. Corroborando esse potencial de utilização no ensino, Lee et al (2011) realizaram extensa revisão de literatura sobre a aprendizagem de ciências baseada na internet. Segundo os autores, os resultados indicam que o uso de ambientes virtuais de aprendizagem gera melhorias no domínio afetivo dos estudantes (atitudes e motivação). A análise revelou que, embora os ambientes de aprendizagem permitam um maior controle da própria aprendizagem pelo estudante, a orientação pelos professores, moderadores ou do próprio sistema é importante. Alguns achados dessa revisão indicam que atividades de busca de informação *online* para questões de ciências pode promover a aprendizagem

autorregulada. Ainda segundo aqueles autores, o uso de ambientes virtuais pode promover a habilidade de argumentação científica, de interpretação e de processamento de dados (Lee et al., 2011). Para que esse potencial impacto positivo do uso de TICs no ensino seja concretizado, é necessária a adoção pelos professores de práticas didáticas relacionadas à incorporação de tais tecnologias. Assim, a oferta de oportunidades de desenvolvimento profissional passa a ser uma importante ação para possibilitar aos professores atualizar suas bases de conhecimento e se apropriar dessas tecnologias (Bransford et al., 2007; Darling-Hammond & Bransford, 2005).

A adoção e uso de tecnologias também têm sido alvo de variadas formulações teóricas e pesquisas ao longo das últimas décadas. Entre elas a teoria de difusão de inovação proposta por Rogers (1995), o modelo CBAM (Concern-based Adoption model) (Hall & Hord, 1987), bem como modelos relacionados especificamente ao processo de integração de TICs na educação: Technology Acceptance Model - TAM (Davis, Bagozzi & Warshaw, 1989) e o modelo Conhecimento Tecnológico Pedagógico do Conteúdo (Mishra e Koelher, 2006).

O modelo de Rogers (1995) basicamente introduz quatro elementos para a análise de Processos de Difusão de Inovação (PDI): (1) etapas do PDI (conhecimento, persuasão, decisão, implementação e confirmação); (2) atributos das inovações que influenciam os usuários na sua adoção (vantagem relativa, compatibilidade, simplicidade, flexibilidade de experimentação e visibilidade); (3) perfis de adoção de inovações dos potenciais usuários (inovadores, iniciantes, maioria iniciante, maioria tardia e usuários tardios); (4) taxa de adoção. Esse modelo é um importante marco na pesquisa que visa identificar habilidades e conhecimentos dos diferentes perfis de adoção de inovações.

Já o modelo CBAM (Hall & Hord, 1987) lida com os tipos de preocupação que o professor sente à medida que enfrenta os diferentes estágios de uma prática inovadora. Segundo os autores, as preocupações dos professores durante os processos de mudança podem ser classificadas como: preocupações individuais (self-concern), preocupações com a tarefa (task-concern) e preocupações com o impacto (impact concern). Esse modelo define o processo de apropriação das inovações pelos professores a partir de diferentes níveis de uso, que vão da resistência (não uso) à transformação (redefinição), quando o professor modifica e

adapta a inovação conforme suas necessidades, provocando mudanças significativas na sua prática educativa.

Outro modelo também utilizado na área de tecnologia educacional é o Technology Acceptance Model (TAM) proposto por Davis et al. (1989). Esses autores realizaram uma adaptação da proposta conhecida como Theory of Reasoned Action (TRA) (Ajzen, 1991) centrando-a no comportamento de uso de novas tecnologias. Essa teoria focaliza na análise dos efeitos de fatores externos sobre as crenças, atitudes e intenções dos indivíduos. O modelo TAM trabalha com duas vertentes: a percepção de utilidade, na qual o usuário considera o quanto a nova tecnologia pode aumentar seu desempenho em determinadas atividades; e a percepção da facilidade de uso; ou seja, o quanto o professor espera que essa inovação não implique em esforços ou aquisição de novas habilidades.

Em 2005, Koehler e Mishra argumentaram que programas de formação de professores, focados em integrar tecnologias no ensino, deveriam ir além de apenas apresentar as novas ferramentas aos professores, ajudando-os a desenvolver um entendimento do complexo tipo de interrelacionamento entre essas novas tecnologias com o conteúdo e os processos pedagógicos relacionados ao ensino (Koehler & Mishra, 2005). Segundo os autores, a capacitação dos professores deveria se basear não apenas no conteúdo ou na forma de usar a tecnologia, mas em como aplicar a tecnologia aos seus objetivos educacionais. A partir dessa ideia, Mishra & Koehler publicaram o trabalho seminal *“Technological Pedagogical Content Knowledge: A Framework for Teacher Knowledge”* no ano de 2006.

Desde então, o modelo Conhecimento Tecnológico Pedagógico do Conteúdo (CTPC) (Mishra & Koehler, 2006) se destaca como paradigma vigente para a área de pesquisa em tecnologia educacional (Chai, Koh, & Tsai, 2013; Graham, 2011; Niess, 2011; Voogt, Fisser, Pareja Roblin, Tondeur, & van Braak, 2013). Mishra e Koehler (2006) propuseram esse modelo incluindo os conhecimentos relacionados à tecnologia na proposta anteriormente descrita por Shulman (1986) sobre o conhecimento pedagógico do conteúdo. À luz dos atuais fundamentos de difusão e adoção de tecnologias educacionais os autores argumentaram que os aspectos do conhecimento pedagógico do conteúdo, proposto por Shulman (1986) eram fundamentais para a compreensão das

estratégias de uso das TICs escolhidas pelos professores. Segundo Mishra e Khoeler (2006) esses conceitos precisam estar integrados quando se pensa e executa a implementação de tecnologias educacionais na prática docente: o conhecimento tecnológico é uma base de conhecimento tão importante quanto às habilidades pedagógicas e o conhecimento do conteúdo (Mishra & Koehler, 2006).

1.2. O modelo Conhecimento Tecnológico Pedagógico do Conteúdo (CTPC)

O modelo CTPC parte da premissa de que tópicos específicos de ensino podem ser melhor representados por meio de analogias, ilustrações, exemplos, explicações e demonstrações de modo a tornar um conteúdo mais compreensível para os estudantes (Mishra & Koehler, 2006). Segundo os autores, a questão da integração da tecnologia no ensino requer o entendimento de como a tecnologia se integraria com o conteúdo e a pedagogia (Koehler & Mishra, 2008; Koehler et al., 2013; Mishra & Koehler, 2006). Assim, o modelo CTPC propõe o entrelaçamento de três bases de conhecimentos (Figura 1).

Cada um dos três círculos representa uma das três bases de conhecimento primárias (conteúdo [C], pedagogia [P] e tecnologia [T]), cujas superposições parciais, resultam em quatro novas bases de conhecimento. Essas sete bases de conhecimento CTPC definem um conjunto de conhecimentos que os professores necessitariam para uma efetiva integração de tecnologias no ensino:

- Conhecimento Tecnológico (CT): Conhecimento acerca das ferramentas tecnológicas.
- Conhecimento Pedagógico (CP): Conhecimento dos métodos de ensino.
- Conhecimento do Conteúdo (CC): Conhecimento do conteúdo a ser ensinado.
- Conhecimento Tecnológico do Conteúdo (CTC): Conhecimento de como representar o conteúdo com o uso de tecnologia.
- Conhecimento Tecnológico Pedagógico (CTP): Conhecimento do uso de tecnologia para implementar diferentes métodos de ensino.
- Conhecimento Pedagógico do Conteúdo (CPC): Conhecimento dos métodos de ensino relacionados ao conteúdo a ser ensinado.

- Conhecimento Tecnológico Pedagógico do Conteúdo (CTPC): Conhecimento do uso de tecnologia para implementar métodos de ensino para diferentes conteúdos a serem ensinados.

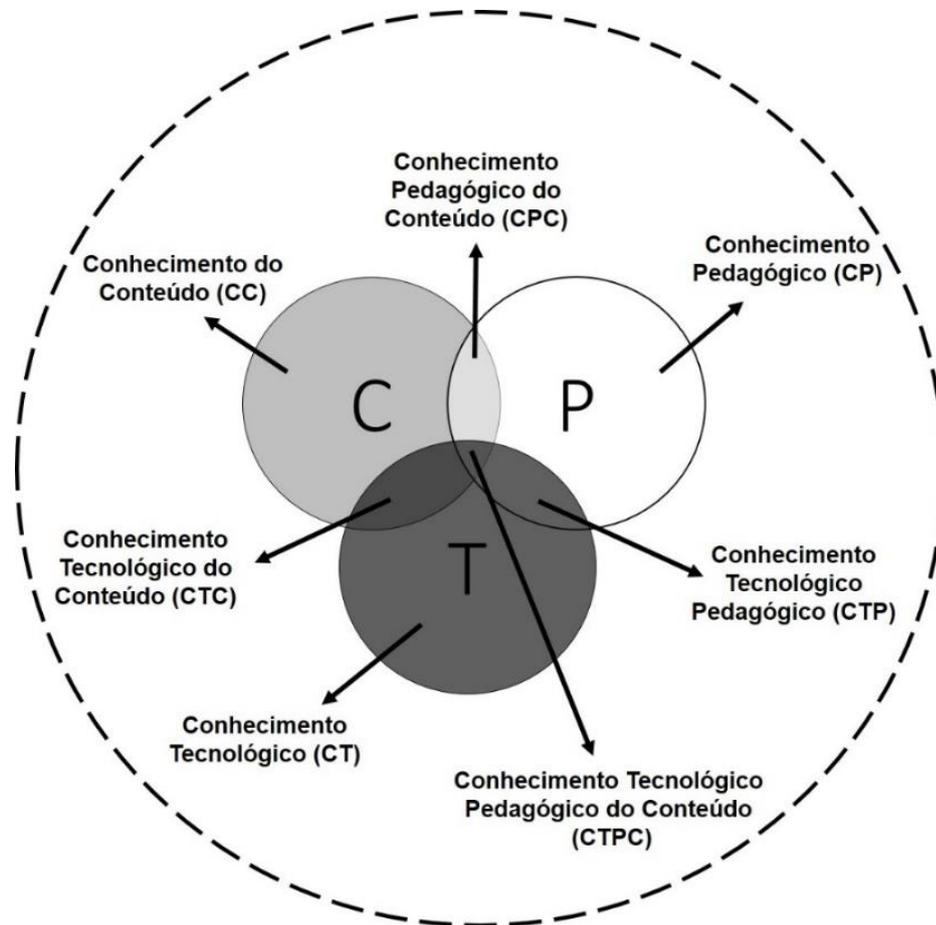


Figura 1: Modelo teórico CTPC

O modelo teórico CTPC descortinou todo um novo campo de pesquisa dentro da área da tecnologia educacional. A sua aplicação possibilitou aos investigadores desenvolverem novos métodos e instrumentos de avaliação para refutar ou validar, por meio de dados empíricos, a existência das sete bases de conhecimento do professor. Neste sentido, um conjunto de estudos internacionais resultou na gradativa elaboração de instrumentos para a mensuração das percepções de professores sobre seus conhecimentos das sete bases do modelo CTPC. Esses estudos são baseados na formulação e testagem da validade e confiabilidade de questionários de auto-relato. O questionário é composto por um

conjunto de assertivas, que são respondidas pelo professor ao indicar o nível de concordância que ele tem com cada assertiva, utilizando-se para isso da escala de Likert. Ou seja, para cada uma das sete bases de conhecimento prevista no modelo teórico CTPC, um conjunto de três a cinco assertivas foram elaboradas, de forma a testar junto a professores, como eles percebem seus conhecimentos sobre o conteúdo que precisam lecionar, seus conhecimentos sobre os processos pedagógicos, bem como seus conhecimentos sobre tecnologias. Além de testar a percepção dos professores acerca dessas três bases de conhecimento primárias, conjuntos de assertivas que combinam dois e três desses conhecimentos também foram formuladas.

A presente Tese de Doutorado está baseada na utilização do instrumento de coleta de dados TPACK *Survey for Meaningful Learning* (versão brasileira). Esse questionário foi adaptado para a língua portuguesa e respondido por professores de Biologia atuantes no estado do Rio de Janeiro. A seguir são apresentadas as 29 assertivas que o compõem:

Conhecimento do Conteúdo (CC):

- 1- CC1 – Eu possuo conhecimento suficiente sobre Biologia.
- 2- CC2 – Eu consigo pensar sobre os conteúdos de Biologia como um expert no assunto.
- 3- CC3 – Eu sou capaz de compreender profundamente os conteúdos de Biologia.

Conhecimento Pedagógico (CP):

- 4- CP1 – Eu sou capaz de expandir a capacidade de pensar dos meus alunos criando tarefas desafiadoras para eles.
- 5- CP2 – Eu sou capaz de orientar meus alunos a adotar estratégias de aprendizagem apropriadas.
- 6- CP3 – Eu sou capaz de ajudar meus alunos a monitorar sua própria aprendizagem.
- 7- CP4 – Eu sou capaz de ajudar meus alunos a refletir sobre suas estratégias de aprendizagem.

8- CP5 – Eu sou capaz de orientar meus alunos a discutir efetivamente durante trabalhos em grupo.

Conhecimento Pedagógico do Conteúdo (CPC):

9- CPC1 – Sem utilizar tecnologia, eu consigo lidar com os erros conceituais mais comuns que meus alunos possuem em Biologia.

10- CPC2 – Sem utilizar tecnologia, eu sei como selecionar abordagens de ensino efetivas para orientar o pensamento e a aprendizagem dos alunos em Biologia.

11- CPC3 – Sem utilizar tecnologia, eu consigo, de formas variadas, ajudar meus alunos a compreender o conhecimento biológico.

Conhecimento Tecnológico (CT):

12- CT1 – Eu possuo habilidades técnicas para utilizar computadores efetivamente.

13- CT2 – Eu consigo aprender tecnologia facilmente.

14- CT3 – Eu sei resolver meus próprios problemas técnicos quando lido com tecnologia.

15- CT4 – Eu me mantenho atualizado sobre tecnologias novas e importantes.

16- CT5 – Eu sou capaz de criar páginas web (sites) na internet.

17- CT6 – Eu sou capaz de utilizar mídias sociais (por exemplo, Blog, Wiki, Facebook).

Conhecimento Tecnológico Pedagógico (CTP):

18- CTP1 – Eu sou capaz de usar a tecnologia para introduzir meus alunos em situações do mundo real

19- CTP2 – Eu sou capaz de ajudar meus alunos a utilizar tecnologia para encontrar mais informações por conta própria.

20- CTP3 – Eu sou capaz de ajudar meus alunos a utilizar tecnologia para planejar e monitorar sua própria aprendizagem.

21- CTP4 – Eu sou capaz de ajudar meus alunos a utilizar tecnologia para construir diferentes formas de representação do conhecimento (texto, gráfico, tabela, imagem, vídeo, história em quadrinhos, etc.)

22- CTP5 – Eu sou capaz de ajudar meus alunos a colaborar entre si utilizando tecnologia.

Conhecimento Tecnológico do Conteúdo (CTC):

23- CTC1 – Eu consigo usar programas de computador especificamente criados para Biologia (armazenadores de dados, Enciclopédia Multimídia Seres Vivos®, Corpo humano e sistemas P3D, entre outros).

24- CTC2 – Eu sou capaz de usar tecnologias para pesquisar sobre Biologia.

25- CTC3 – Eu consigo utilizar tecnologias apropriadas (por exemplo, recursos multimídia, simuladores) para representar o conteúdo de Biologia.

Conhecimento Tecnológico Pedagógico do Conteúdo CTPC:

26- CTPC1 – Eu sei como dar aulas que combinem de forma efetiva o conteúdo de Biologia, tecnologias e abordagens de ensino.

27- CTPC2 – Eu consigo selecionar tecnologias para usar em minha sala de aula a fim de enriquecer o que eu ensino, como eu ensino e o que os alunos aprendem.

28- CTPC3 – Eu consigo usar na minha sala de aula estratégias que combinem conteúdo de Biologia, tecnologias e abordagens de ensino, que aprendi no curso de formação continuada que estou participando

29- CTPC4 – Eu sei atuar como líder ajudando pessoas das escolas em que trabalho a coordenar o uso de conteúdo de Biologia, tecnologias e abordagens de ensino.

A validação do questionário *TPACK Survey for Meaningful Learning*, bem como a análise dos resultados obtidos com a sua aplicação estão alicerçados nos fundamentos da psicologia cognitiva e da estatística. Por esse motivo, apresentamos a seguir os fundamentos psicométricos utilizados nesta Tese de Doutorado e ao final da Tese disponibilizamos um apêndice geral contendo os fundamentos estatísticos.

1.3. Fundamentos psicométricos

A psicologia cognitiva é o estudo de como as pessoas percebem, aprendem, lembram e pensam sobre a informação, partindo do pressuposto de que o conhecimento está inscrito na mente das pessoas (Sternberg & Sternberg, 2012). Ou seja, ela se define como o estudo das estruturas e processos envolvidos na atividade mental e de como essas estruturas e processos são aprendidas ou se desenvolvem com o amadurecimento. O estudo de tais fenômenos cognitivos como a percepção, memória, atenção, raciocínio e resolução de problemas tem sido parte da psicologia desde a sua criação (Gall, Gall, & Borg, 2003).

Teóricos cognitivos alegam que não é possível desenvolver uma visão completa do comportamento humano sem estudar os processos perceptivos e mentais de indivíduos específicos. A maioria dos psicólogos cognitivos assume que existem estruturas físicas do cérebro humano que determinam o funcionamento e a atividade cerebral, e que a atividade de tais estruturas físicas, por sua vez, leva ao desenvolvimento de estruturas e processos cognitivos específicos (Gall et al., 2003). A partir dessa perspectiva, a cognição pode ser conceituada como o funcionamento dessas estruturas e processos. Assim, pesquisadores educacionais que trabalham dentro da tradição da psicologia cognitiva investigam fenômenos como o pensamento do professor, processos de aprendizagem do aluno, bem como a motivação para aprender (Gall et al., 2003).

A psicometria, ou psicologia quantitativa, lida com um conjunto de modelos e métodos estatísticos desenvolvidos para resumir, descrever e fazer inferências acerca desses fenômenos a partir de dados empíricos coletados na pesquisa psicológica. Etimologicamente, psicometria representa a teoria e a técnica de medida dos processos mentais, especialmente aplicada na área da Psicologia e da Educação (Pasquali, 2009). Ela procura explicar o sentido que têm as respostas dadas pelos sujeitos a uma série de tarefas, tipicamente chamadas de itens.

O conjunto de modelos e métodos pode ser dividido em três classes importantes (Jones & Thissen, 2007): i) um conjunto de técnicas para a atribuição de valores quantitativos de objetos ou eventos que utilizam dados obtidos a partir do julgamento humano; ii) conjunto de métodos e procedimentos derivados da ideia básica da análise fatorial - para explicar a covariação observada entre um conjunto

de variáveis, a partir do apelo às variáveis aleatórias latentes subjacentes que podem explicar a covariação e iii) a teoria de resposta ao item, uma classe de modelo estatístico que combina componentes básicos de dimensionamento psicológico e variáveis explicativas latentes da tradição analítica de fatores. Os modelos e métodos utilizados nesta Tese de Doutorado estão relacionados à segunda classe.

Os estudos em psicometria são baseados no ato de medir, que consiste em atribuir números a objetos e eventos de acordo com alguma regra (Stevens, 1946), bem como no uso de procedimentos estatísticos. Segundo Reichenheim & Moraes (2007) é crucial examinar as evidências de adequação e suficiência da trajetória psicométrica a fim de identificar instrumentos de pesquisa aptos para captar o objeto em pauta. Estudos com pretensões explicativas se servem da utilização de questionários que são compostos por diferentes módulos abarcando um ou mais construtos de um modelo teórico a ser testado. Cada construto (fator) pode ser composto por várias dimensões (itens). Um item tem na escala o seu representante empírico que, por sua vez, tem no escore a ordenação numérica subjacente (Reichenheim & Moraes, 2007).

Objetivos de pesquisa

Objetivo geral:

Analisar a percepção de professores de Biologia acerca de suas bases de conhecimento relacionadas à tecnologia, pedagogia e biologia, e suas possíveis interrelações com variáveis sociodemográficas.

Objetivos específicos:

Revisar e sistematizar as publicações realizadas acerca do modelo Conhecimento Tecnológico Pedagógico do Conteúdo (CTPC) no contexto Lusófono.

Realizar a adaptação transcultural e validação estatística de um instrumento de avaliação das bases do modelo CTPC.

Identificar o perfil de professores de Biologia brasileiros acerca de suas bases do modelo CTPC.

Caracterizar as possíveis correlações entre as diferentes bases de conhecimento envolvidas no modelo CTPC.

Caracterizar as possíveis correlações entre as diferentes bases de conhecimento envolvidas no modelo CTPC com as variáveis “idade” e “quantidade de anos de experiência docente”.

Avaliar os efeitos do programa de desenvolvimento online sobre os níveis percebidos pelos professores em relação aos seus conhecimentos nas bases do Conhecimento Tecnológico Pedagógico do Conteúdo.

3. Estudo A

O Conhecimento Tecnológico Pedagógico do Conteúdo no contexto

Lusófono: uma revisão sistemática da literatura

Este estudo apresenta os resultados encontrados a partir de uma busca criteriosa de textos científicos publicados em língua portuguesa relacionados ao modelo teórico Conhecimento Tecnológico Pedagógico do Conteúdo (CTPC).

Para realizar a busca e posterior síntese dos documentos obtidos foram aplicados os seguintes procedimentos metodológicos: i) formulação de perguntas de investigação; ii) definição da estratégia de busca; iii) estabelecimento de critérios de inclusão e exclusão de documentos; iv) análise criteriosa da qualidade da literatura selecionada.

Os resultados obtidos e discutidos neste Estudo A indicam que a pesquisa relacionada ao modelo CTPC se encontra em um estágio inicial no contexto dos países de língua portuguesa. A maior parte dos textos científicos analisados aborda modelo CTPC de forma teórica. Os poucos estudos empíricos encontrados se baseiam na coleta de dados por meio de instrumentos desenvolvidos independentemente pelos autores. Quando discutidos à luz dos textos científicos publicados em língua inglesa e relacionados ao modelo CTPC, percebe-se que a lacuna neste campo de pesquisa no Brasil está em realizar pesquisas que busquem compreender como os professores se percebem em relação às suas bases de conhecimento CTPC, bem como em utilizar instrumentos de coleta de dados validados para alcançar essa finalidade.

O Conhecimento Tecnológico Pedagógico do Conteúdo no contexto Lusófono: uma revisão sistemática da literatura¹

Resumo: O ensino é caracterizado pelo alto nível de variabilidade de situações enfrentadas pelo professor e por uma interconexão entre teoria e prática. Dessa forma, requer dos professores o entrelaçamento de diferentes tipos de conhecimento aplicáveis em diferentes situações. O objetivo do presente estudo é identificar e sintetizar resultados de pesquisa no contexto Lusófono acerca da integração de tecnologia no ensino à luz do modelo teórico Conhecimento Tecnológico Pedagógico do Conteúdo (CTPC). Os resultados obtidos e discutidos indicam que a pesquisa nessa área se encontra em um estágio inicial no contexto dos países de língua portuguesa. A pesquisa empírica sobre o modelo CTPC se beneficiaria da utilização de instrumentos validados, o que permitiria o cotejamento de resultados obtidos com aqueles de outros países. Esse tipo de paralelo contribuiria para uma melhor compreensão e reorientação das políticas públicas voltadas para a utilização de tecnologias educacionais no ensino.

Palavras-Chave: Conhecimento Tecnológico Pedagógico do Conteúdo, CTPC, Ensino, Tecnologias de Informação e Comunicação, TICs, Tecnologia

Abstract: Teaching is characterized by a high level of variability of situations faced by teachers and an interconnection between theory and practice. Thus, requires teachers interleaving different types of knowledge to be applied in different situations. The aim of this study is to identify and synthesize results of research in Lusophone context about technology integration in teaching based on the theoretical model Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK). The results were discussed and indicate that research area is in early stage. Empirical research on the TPACK model would benefit from the use of validated instruments, which would allow the comparison of results obtained in the context Lusophone with those of other countries. This type of parallel contribute to a better understanding

¹ Este estudo está publicado na Revista Brasileira de Informática na Educação.

and eventual reorientation of the various public policies for the use of educational technologies in teaching.

Keywords: Technological Pedagogical Content Knowledge, TPACK, Teaching, Information and Communications Technology, ICT, Technology.

1. Introdução

A sociedade atual é influenciada pela informatização e pelo paradigma tecnológico, caracterizado pela alta velocidade em que a informação é gerada, processada e compartilhada (Castells & Cardoso, 2005; Castells, 1996). As tecnologias de informação e comunicação (TICs), entendida como ferramentas que permitem o acesso, a transformação e a produção de informação, que pode estar em formato de texto, imagem, som, dados, documentos multimídia e hipermídia, se constituem em uma linguagem de comunicação essencial no século XXI (Kaufman, 2013; Lévy, 2001; Voogt, Erstad, Dede, & Mishra, 2013). Recentemente, com a popularização da Internet e o avanço tecnológico, surgem a todo o momento mais ferramentas digitais e a tendência de utilizá-las para fins educacionais (Martin et al., 2011), possibilitando novos processos de ensino e aprendizagem (Carvalho & Ivanoff, 2010; Goodyear, Banks, Hodgson, & McConnell, 2004; Voogt, Erstad, et al., 2013).

Instituições internacionais como a *British Educational Communications and Technology Agency* (BECTA, 2003; Crook, 2008) e a Organização das Nações Unidas para a Educação a Ciência e a Cultura (UNESCO, 2008, 2011) recomendam o uso das TICs no ensino e aprendizagem. Seguindo estas orientações, estudos indicam que elas podem ser utilizadas para apoiar e favorecer a aprendizagem, criar situações baseadas em problemas do mundo real na sala de aula, como oportunidades de *feedback* e reflexão, na construção de comunidades de aprendizagem, além de expandir as possibilidades de formação continuada de professores (Bransford, Brow, & Cocking, 2007; Lee et al., 2011; Rolando, Salvador, Souza, & Luz, 2014; Salvador, Magarão, Struchiner, & Giannella, 2011).

Balanskat, Blamire e Kefala (2006) apontam que o uso de TICs no ensino tem forte efeito motivacional, especialmente no ensino básico, pois os alunos prestam mais atenção durante as aulas assumindo maior responsabilidade pela sua própria aprendizagem. Segundo Osborne e Hennessy (2003), o uso de TICs

nas aulas de ciências traz diversos benefícios para os estudantes, tais como desenvolvimento da habilidade de pensamento crítico, de manipulação e coleta de dados, bem como o aumento do acesso ao conhecimento apresentado em formato visual, da motivação e do engajamento. Corroborando esses achados, Lee et al. (2011) realizaram revisão de literatura sobre a aprendizagem de ciências baseada na Internet. Segundo esses autores, o uso de ambientes virtuais de aprendizagem gera melhorias no domínio afetivo dos estudantes, atitudes e motivação; bem como nas habilidades de argumentação científica, de interpretação e de processamento de dados. Também no Brasil, documentos oficiais refletem a importância da utilização de tecnologias na educação (Brasil, 2014; CNE, 2002). Nesse sentido, a Conferência Nacional de Educação reiterou a importância do uso de tecnologias no ensino, bem como a efetivação de uma política de formação de professores para o seu uso (Brasil, 2014; CONAE, 2010). No entanto, estudos empíricos recentes indicam que professores no Brasil fazem pouco uso de tecnologias na sua prática docente (Couto & Filho, 2014; Rolando, Salvador, & Luz, 2013; Rolando, Vasconcellos, Moreno, Salvador, & Luz, 2015).

Segundo Mishra e Koehler (2006), ensinar não é uma tarefa simples, pois consiste em habilidade cognitiva complexa, que ocorre em um ambiente dinâmico e pouco estruturado. O ensino é caracterizado pelo alto nível de variabilidade de situações enfrentadas pelo professor e por uma interconexão entre teoria e prática. Dessa forma, o ato de ensinar com o uso de tecnologia requer dos professores o entrelaçamento de diferentes tipos de conhecimento para se aplicar em diferentes situações, que por sua vez, envolvem diversas estruturas conceituais, perspectivas novas e originais, mesmo em casos que podem parecer superficialmente semelhantes (Koehler & Mishra, 2008; Koehler, Mishra, & Cain, 2013; Mishra & Koehler, 2006). Os professores lidam com situações complexas na sala de aula e, para lidar com elas, precisam de um conjunto de conhecimentos que sustente os processos de tomada de decisão para uma atuação efetiva em situações específicas de ensino e aprendizagem com o uso de tecnologias (Koehler & Mishra, 2008; Koehler et al., 2013; Mishra & Koehler, 2006).

1.1. O modelo teórico Conhecimento Tecnológico, Pedagógico do Conteúdo

Ampliando o modelo proposto por Shulman (1987), no qual a formação do professor deveria integrar o conhecimento pedagógico com o aprofundamento no

conhecimento do conteúdo, Mishra e Koehler (2006) propuseram a inclusão de um terceiro tipo de conhecimento a ser considerado ao se referir às bases de conhecimento do professor, o conhecimento tecnológico. Fundamentado na ideia de Shulman, de que tópicos específicos de ensino poderiam ser representados por meio de analogias, ilustrações, exemplos, explicações e demonstrações de modo a tornar um conteúdo compreensível para outros, Mishra e Koehler alegaram que as tecnologias poderiam desempenhar um papel crítico em cada um desses aspectos, tendo o potencial de mudar a natureza da sala de aula, na medida em que proporcionam uma série de possibilidades de representações e demonstrações que podem ajudar a tornar o conteúdo mais acessível para o aluno (Mishra & Koehler, 2006).

A adição da base de conhecimento tecnológico ao conceito de conhecimento pedagógico do conteúdo proporcionou uma abordagem completamente nova da forma de tratar a questão da integração da tecnologia no ensino, uma vez que, o “bom ensino” requereria o entendimento de como a tecnologia se integraria com o conteúdo e a pedagogia (Koehler & Mishra, 2008; Koehler et al., 2013; Mishra & Koehler, 2006). Assim, o modelo acerca das bases de conhecimento do professor passou a se apoiar no tripé composto dos eixos pedagógico, tecnológico e conteúdo (Conhecimento Tecnológico, Pedagógico do Conteúdo - CTPC, do inglês Technological, Pedagogical, Content, Knowledge - TPACK). Esse modelo propõe o entrelaçamento dessas três bases de conhecimentos (Figura 1).

Cada um dos três círculos representa uma das três bases de conhecimento (conteúdo [C], pedagogia [P] e tecnologia [T]), cujas superposições parciais, resultam em três novas bases de conhecimento, além do conhecimento pedagógico do conteúdo, proposto por Shulman. As três novas bases estão relacionadas ao papel desempenhado pela adição da tecnologia no ensino. A seguir, as sete bases de conhecimento são definidas de acordo com Mishra e Koehler (2006).

Conhecimento do conteúdo (CC): é o conhecimento sobre o conteúdo que deve ser aprendido ou ensinado. Os conteúdos a serem cobertos nas escolas diferem quanto às diferentes disciplinas (por exemplo, matemática, história, ciências entre outras), quanto a um tópico dentro de uma mesma disciplina (transformação de energia ou genética, em Biologia), bem como em relação ao nível de ensino (por exemplo, fundamental, médio ou superior). Professores devem

conhecer e entender o conteúdo que lecionam, incluindo o conhecimento dos fatos centrais, conceitos, teorias, e procedimentos de um determinado campo do saber.

Conhecimento pedagógico (CP): é o conhecimento sobre os processos, práticas e métodos de ensino e aprendizagem, e como eles envolvem os objetivos, valores e propósitos educacionais em geral. É uma forma genérica de conhecimento que está envolvida em todas as questões de aprendizagem dos alunos, gestão de sala de aula, desenvolvimento de plano de aula, implementação e avaliação dos alunos. Ele inclui o conhecimento sobre as técnicas ou métodos para se utilizar na sala de aula; a natureza do público-alvo e estratégias para avaliar a compreensão dos alunos. Um professor com profundo conhecimento pedagógico entende como os alunos constroem conhecimento, adquirem habilidades, desenvolvem hábitos mentais e disposições positivas em relação à aprendizagem.

Conhecimento pedagógico do conteúdo (CPC): é o conhecimento que combina o conhecimento do conteúdo e o conhecimento pedagógico em um entendimento de como tópicos específicos, problemas ou questões são organizados, representados, e adaptados para os diversos interesses e habilidades dos alunos, e apresentados para instrução (Shulman, 1987). Este conhecimento inclui saber quais abordagens de ensino melhor se ajustam a um conteúdo específico, e da mesma forma, saber como elementos deste conteúdo podem ser organizados para um ensino melhor. Este conhecimento é diferente do conhecimento de um expert daquela área do saber, mas também é diferente do conhecimento pedagógico geral compartilhado pelos professores em todas as disciplinas. O CPC está relacionado com a representação e formulação de conceitos, técnicas pedagógicas, conhecimento do que faz determinados conceitos difíceis ou fáceis de se aprender, conhecimento prévio que os alunos possuem, e teorias epistemológicas. Também envolve o conhecimento de estratégias de ensino que incorporem apropriadas representações conceituais, a fim de enfrentar as dificuldades e erros conceituais dos alunos.

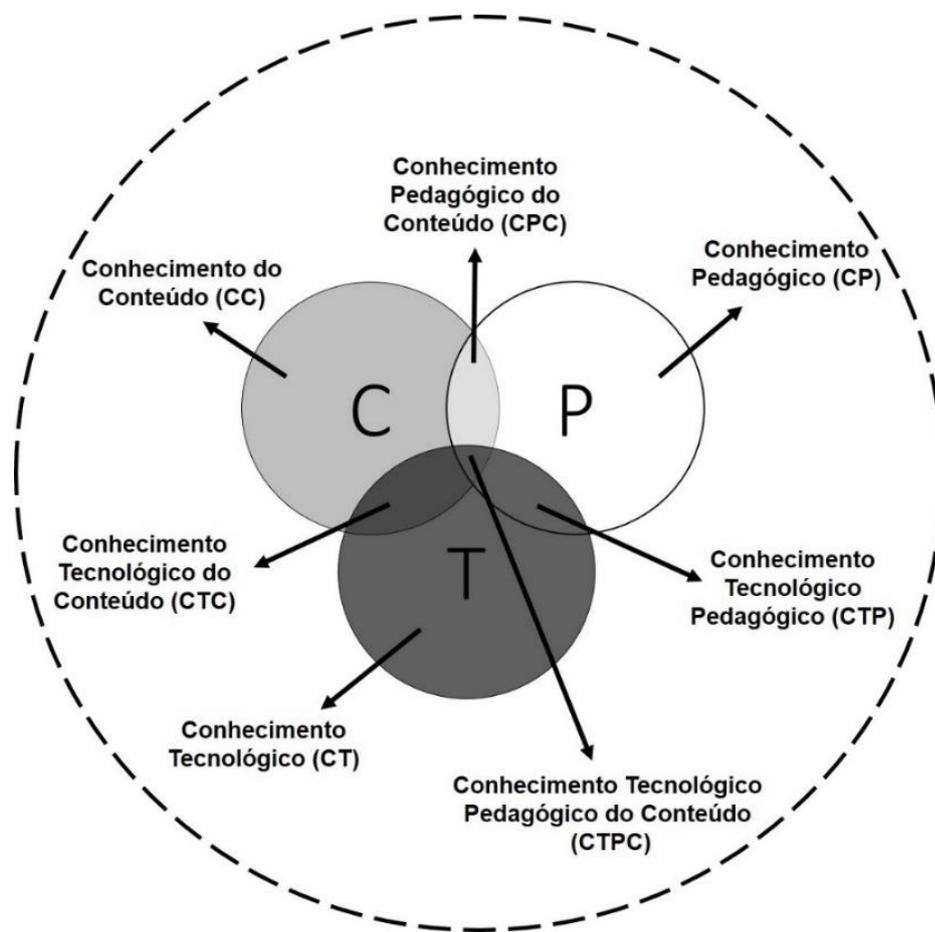


Figura 1: Modelo teórico CTPC

Conhecimento Tecnológico (CT): é o conhecimento sobre as tecnologias habituais da sala de aula, tais como livros, giz e quadro-negro, e tecnologias mais avançadas, tais como a *Internet* e vídeo. Isso envolve as habilidades necessárias para operar tecnologias específicas. No caso das tecnologias digitais, inclui o conhecimento de sistemas operacionais e computador, bem como a capacidade de usar software, tais como processadores de texto (*Word*), planilhas eletrônicas (*Excel*), navegadores (*Google Chrome*) e e-mail. O CT inclui o conhecimento de como instalar e remover dispositivos periféricos, instalar e remover programas de software, além de criar e arquivar documentos. Como a tecnologia está continuamente mudando, a natureza do CT também precisa mudar com o tempo. A capacidade de aprender e adaptar-se às novas tecnologias é importante.

Conhecimento Tecnológico do Conteúdo (CTC): é o conhecimento sobre a forma como tecnologia e conteúdo estão reciprocamente relacionados. Novas tecnologias podem proporcionar novas e variadas formas de representação e maior flexibilidade para navegar através destas representações. Os professores precisam

saber não apenas o conteúdo que ensinam, mas também a maneira pela qual esse conteúdo pode ser modificado através da aplicação da tecnologia. Por exemplo, considere o programa *Geometer's Sketchpad* como ferramenta de ensino da geometria. Ele permite que os alunos joguem com as formas e modelos, tornando mais fácil construir padrões geométricos. Este tipo de aprendizagem da geometria não estava disponível antes dessa tecnologia. Argumentos semelhantes podem ser feitos para inúmeros outros softwares.

Conhecimento Tecnológico Pedagógico (CTP): é o conhecimento sobre como as diferentes tecnologias, seus componentes e suas capacidades, são utilizadas no contexto de ensino e aprendizagem, e por outro lado, saber como o ensino pode mudar, como resultado do uso dessas determinadas tecnologias. Isso pode incluir o entendimento de que existe uma série de ferramentas para uma determinada tarefa, bem como a habilidade de escolher uma única ferramenta com base na sua função. Ou ainda escolher uma ferramenta por permitir seu uso de variadas formas ou com variadas estratégias. Inclui também o conhecimento de estratégias pedagógicas e a capacidade de aplicar essas estratégias para o uso de tecnologias. Isso inclui o conhecimento de ferramentas para manutenção de registros de classe, frequência e atribuição de notas, e o conhecimento de outras ferramentas mais genéricas, tais como *WebQuests*, fóruns de discussão e salas de bate-papo.

Conhecimento Tecnológico Pedagógico do Conteúdo (CTPC): é uma forma de conhecimento emergente que vai além de todas as três bases (de conteúdo, pedagógica e tecnológica). Este conhecimento é diferente do conhecimento de um expert em tecnologia ou de outro especialista em uma determinada área do saber humano e difere também do conhecimento pedagógico geral compartilhado por professores de diferentes disciplinas. CTPC é a base do “bom ensino” com tecnologia e requer uma compreensão da representação de conceitos utilizando tecnologias; técnicas pedagógicas que as utilizem de maneira construtiva para ensinar o conteúdo; conhecimento do que torna conceitos difíceis ou fáceis de serem aprendidos e de como a tecnologia pode ajudar a resolver alguns dos problemas que os alunos enfrentam; o conhecimento acerca do conhecimento prévio que os alunos possuem, e teorias epistemológicas; conhecimento de como

tecnologias podem ser usadas para construir o conhecimento existente e desenvolver novas epistemologias ou fortalecer as antigas.

O modelo CTPC se tornou, na última década, um dos mais importantes referenciais teóricos para a pesquisa acerca da integração de tecnologia no ensino em todo o mundo (Koehler et al., 2013; Voogt, Fisser, Pareja Roblin, Tondeur, & van Braak, 2013; Wu, 2013). Entretanto, pouco se sabe sobre sua difusão em países de língua portuguesa, uma vez que, estudos de revisão sistemática, recentemente publicados em língua inglesa, não apresentaram estudos relacionados ao contexto Lusófono (Chai, Koh, & Tsai, 2013; Koehler, Shin, & Mishra, 2012; Voogt, Fisser, et al., 2013; Wu, 2013). Nossa hipótese é a de que, embora a integração das TICs seja considerada importante fator para a educação no século XXI e que documentos oficiais recomendem seu uso no ensino, o campo de pesquisa que trata desta temática no contexto Lusófono está pouco inserido no diálogo que vem se desenvolvendo no mundo. Desta forma, o entendimento do estado em que se encontra a aplicação do modelo CTPC no contexto lusófono poderá ser útil a pesquisadores, no sentido de apontar lacunas e indicar focos para a pesquisa futura.

2. Metodologia

A metodologia empregada neste estudo está baseada nos procedimentos de síntese de pesquisa propostos por Sampaio e Mancini (2007), Cooper e Hedges (2009) e Kitchenham (2004). Uma revisão sistemática de literatura serve para indicar novos rumos para futuras investigações e identificar métodos de pesquisa utilizados em uma área de estudo (Cooper & Hedges, 2009; Kitchenham, 2004; Sampaio & Mancini, 2007). Os procedimentos metodológicos neste tipo de pesquisa incluem a formulação de perguntas de investigação, a definição da estratégia de busca, o estabelecimento de critérios de inclusão e exclusão de documentos, e a análise criteriosa da qualidade da literatura selecionada (Cooper & Hedges, 2009; Kitchenham, 2004; Sampaio & Mancini, 2007).

2.1. Perguntas de investigação

O objetivo do presente estudo é identificar e sintetizar resultados de pesquisa no contexto Lusófono relacionados a integração de tecnologia no ensino à luz do modelo teórico Conhecimento Tecnológico Pedagógico do Conteúdo (CTPC). Para

isso, pretendemos responder às seguintes perguntas de investigação: i) em que extensão o modelo CTPC está incorporado à produção científica sobre a integração da tecnologia no ensino no contexto Lusófono? ii) quais os instrumentos e ou métodos de avaliação acerca das bases de conhecimento envolvidas no modelo CTPC estão disponíveis em língua portuguesa?

2.2. Processo de busca

A busca realizada na literatura foi conduzida em nove diferentes bases de dados, a saber: *ACM Digital Library*, *Scopus*, *Science Direct*, *Web of Science*, *IEEEExplore*, *SpringerLink*, *Education Resources Information Center (ERIC)*, *SciELO* e *Google Acadêmico*. Utilizou-se o ano de 2014 como limite superior para a busca nas bases de dados em relação ao período de publicação. Assim, qualquer documento publicado até o ano de 2014 foi, ao menos inicialmente, considerado.

Os termos de busca utilizados foram "Technological Pedagogical Content Knowledge", "TPACK", "TPCK", e suas combinações "TPACK" and "Technological Pedagogical Content Knowledge", "TPCK" and "Technological Pedagogical Content Knowledge". Para complementar a busca foi utilizado o termo "conhecimento tecnológico pedagógico do conteúdo", tradução para a língua portuguesa do termo original em inglês.

2.3. Critérios de inclusão e exclusão

A busca na literatura gerou um resultado inicial de 674 documentos, dos quais 187 eram repetições. Os itens repetidos foram eliminados, restando assim 487 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) estar redigido em língua portuguesa e b) tratar-se de artigo publicado em periódico científico ou anais de congresso científico. A utilização desses critérios de inclusão resultou em um conjunto de 60 documentos que compõem a amostra analisada no presente estudo. Cabe ressaltar que a eliminação da maior parte dos documentos inicialmente encontrados se deveu ao foco deste estudo ser direcionado para a produção científica em língua portuguesa, especificamente do contexto Lusófono. Um dos estudos escrito em língua

portuguesa, cujo contexto de aplicação é os Estados Unidos, foi eliminado da análise. Entre os 487 documentos iniciais foram encontradas quatro revisões sistemáticas de literatura, redigidas em língua inglesa nas quais não se encontram qualquer um dos artigos analisados nesta pesquisa. Essas revisões de literatura foram utilizadas para discutir os resultados obtidos no presente estudo.

2.4. Análise dos dados

Os 60 artigos foram analisados segundo as seguintes características da publicação:

- Ano de publicação;
- Local de publicação (periódico científico ou anais de congresso);
- Local do estudo (Brasil ou Portugal);
- Tipo de estudo (empírico ou teórico).

Todos os estudos selecionados, que se basearam em observação e ou experimentação, que por sua vez, geraram dados utilizados como resultados, foram classificados como do tipo empírico. Os artigos classificados como do tipo empírico, foram analisados também segundo duas categorias, Delineamento Metodológico e Nível de Utilização do Modelo CTPC.

A categoria de Delineamento Metodológico foi utilizada de forma a explorar as características gerais dos estudos. Essas características são baseadas em Chai et al. (2013) e Koehler et al. (2012) a saber:

- Abordagem metodológica;
- Metodologia de pesquisa;
- Área de conhecimento;
- Público alvo/nível de ensino;
- Tipo de intervenção.

Já a categoria Nível de Utilização do Modelo CTPC, foi elaborada pelos autores deste estudo, de forma a identificar a aplicação do modelo teórico CTPC nos artigos analisados, como se segue:

- Uso teórico (cita o modelo CTPC exclusivamente na seção de introdução e ou discussão como referencial teórico para a integração de tecnologia no ensino).

- Uso metodológico (utiliza ou propõe instrumento de avaliação e ou metodologia de análise para avaliar as bases de conhecimento de professores à luz do modelo CTPC).

As categorias utilizadas na presente pesquisa foram definidas de forma consensual pelos autores do estudo. Após discussão sobre o significado de cada item, uma amostra que compreende cerca de 20% dos artigos foi categorizada independentemente por dois codificadores. Foi obtido um acordo de 99% entre os dois codificadores. Devido ao elevado índice de acordo alcançado, os artigos restantes foram categorizados por apenas um codificador. Nos poucos casos em que ocorreram dúvidas, a categorização foi realizada utilizando os dois codificadores de forma a alcançar consenso. Os dados foram coletados e armazenados em uma planilha de *Excel*. O apêndice 1 apresenta a lista dos 60 artigos, cada um com o respectivo código identificador.

3. Resultados

Os procedimentos sistemáticos de revisão de literatura utilizados neste estudo resultaram em uma amostra de 60 artigos, publicados em língua portuguesa e relacionados ao contexto Lusófono. Ao analisarmos a relação do número de artigos publicados por ano de publicação, observa-se uma forte tendência de crescimento da produção científica que tem alguma relação com o modelo teórico CTPC (Figura 2). Tomando como ponto de partida o ano de 2006, data de publicação do artigo seminal de Mishra e Koelher, observa-se que pesquisadores começam, progressivamente, a se referir ao modelo CTPC em seus estudos. Dos 60 artigos selecionados para esta revisão de literatura, 45% foram publicados em periódicos científicos e 55% em anais de congresso. Em relação ao local do estudo, 65% dos artigos dizem respeito ao contexto brasileiro e 35% ao contexto português. Já em relação ao tipo de estudo, 70% são estudos empíricos e 30% teóricos.

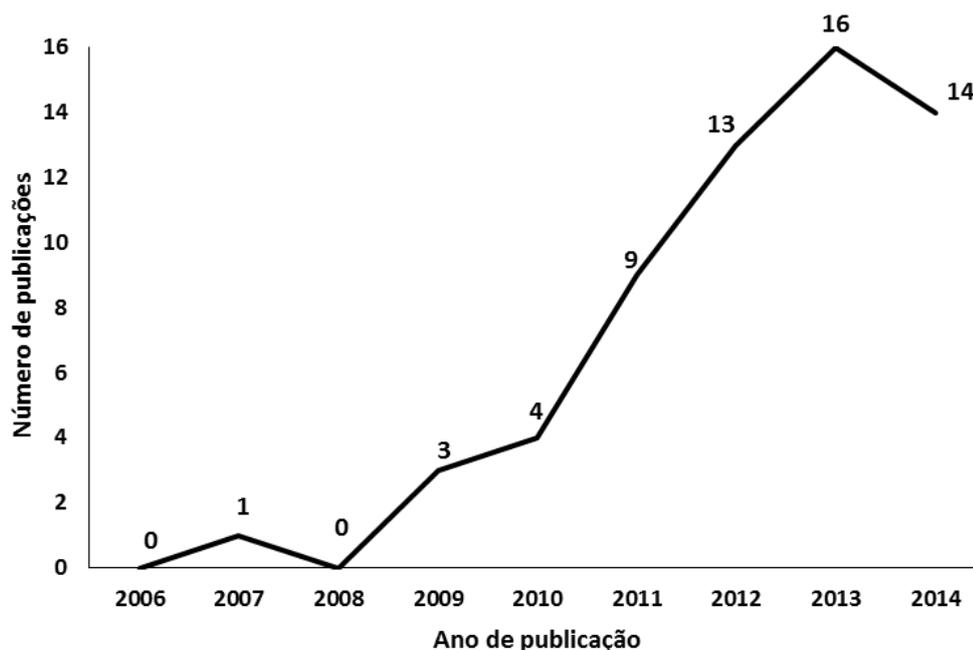


Figura 2: Crescimento do número de publicações (n= 60 artigos).

3.1. Artigos teóricos

Os 18 artigos classificados como teóricos são listados no apêndice 1. De forma geral, esses artigos relacionam o modelo CTPC com a questão da integração da tecnologia no ensino. Treze deles (72,2%) fazem menção ao modelo CTPC em parte do texto, como um referencial teórico para o ensino em geral (A05), para o ensino de alguma matéria específica por meio de tecnologia, como por exemplo a matemática (A29) ou para a formação de professores (A02, A12), indicando que esses profissionais poderiam se beneficiar com a formação direcionada para a inclusão de tecnologias no seu ensino.

Cinco artigos (A09, A26, A41, A42 e A47), se dedicam a apresentar detalhadamente o modelo CTPC, como referencial teórico capaz de revolucionar o processo de desenvolvimento profissional de professores. Coutinho (A09) discute a formação de professores em Portugal para o uso de TICs e conclui afirmando que programas de formação devem passar necessariamente pelo desenho de modelos que vão ao encontro do desenvolvimento integrado das competências docentes de acordo com o referencial do CTPC. Na mesma linha de argumentação, Sampaio e Coutinho (A42), abordam problemas relacionados a integração de tecnologias no

ensino e indicam que programas de formação de professores para o uso de tecnologias ignoram a variação inerente das diferentes formas de conhecimento disciplinar. As autoras alegam que o desenvolvimento das bases de conhecimento envolvidas no modelo CTPC deveria ser organizado em torno de conteúdos específicos.

Em consonância com Sampaio e Coutinho (A47), Palis (A26) discute a contextualização do conhecimento pedagógico do conteúdo no ensino de matemática. O autor se reporta a estudos empíricos internacionais que relacionaram o modelo CTPC ao ensino de matemática e exemplifica teoricamente como o modelo CTPC pode ser desenvolvido no currículo, avaliação, aprendizagem e acesso. Por fim, entre os artigos teóricos, se destaca o artigo de Sampaio e Coutinho (A41) que discute, à luz de estudos empíricos, a avaliação das bases de conhecimento envolvidas no modelo CTPC. Segundo as autoras é necessário estabelecer a triangulação metodológica entre diferentes instrumentos de avaliação baseados não somente em auto-relato dos professores, mas também na planificação das suas aulas e na análise propriamente dita das mesmas. Nesse sentido, as autoras traduzem para a língua portuguesa uma rubrica de avaliação de integração tecnológica em planos de ensino baseada no modelo CTPC. Essa rubrica foi criada no contexto americano e foi validada somente na língua inglesa.

3.2. Artigos empíricos

Os 42 artigos classificados como empíricos também são listados no apêndice 1. A análise desses artigos levou em consideração a forma como o modelo CTPC foi abordado e o delineamento metodológico a partir do qual as pesquisas foram realizadas. Os itens analisados em relação ao delineamento metodológico são apresentados na tabela 1. Apenas dois artigos utilizaram abordagem quantitativa (A38 e A48), nos quais os autores utilizaram testes estatísticos de inferência. Salvador, Rolando e Rolando (A38) compararam estatisticamente os resultados de evasão em diferentes cursos online, enquanto Silva et al (A48) compararam professores universitários do Brasil e de Portugal, quanto ao seu letramento digital. Os demais 40 artigos utilizaram análises qualitativas dos dados coletados por meio de variados métodos. Destaca-se a utilização de questionários e entrevistas nos quais se buscou entender como as tecnologias foram utilizadas em contextos escolares específicos (A20, A25, A33 e

A45) ou como professores percebem a tecnologia na sua prática docente (A16 e A24). Outros métodos utilizados foram estudos de caso, descritivo-analíticos, pesquisa-ação, grupo focal e observação.

No que tange à especificidade das áreas de conhecimento, 40,5% dos estudos estão ligados aos conteúdos de Matemática, indicando que o modelo CTPC possui maior difusão nesse campo do ensino. Esses estudos, em sua maioria, estavam relacionados ao uso de computadores/tablets (A03, A04 e A11) e softwares, principalmente, os de geometria (A03, A08, A21 e A35). No campo das ciências naturais e saúde destaca-se a relação entre o modelo CTPC e a integração da tecnologia no ensino por meio de ambientes virtuais de aprendizagem, tanto em disciplinas de ensino superior no campo da saúde (A15, A16 e A17), quanto no campo da formação continuada de professores de Biologia (A38 e A39).

Tabela 1. Delineamento metodológicos dos artigos empíricos (n= 42 artigos).

Delineamento metodológico		Nº	%
Abordagem	Qualitativa	40	95,2%
	Quantitativa	2	4,8%
Metodologia de pesquisa	Entrevista e/ou Questionário	17	40,5%
	Estudo de caso	6	14,3%
	Descritivo-analítico	5	11,9%
	Outros	14	33,3%
	Matemática	17	40,5%
Área de conhecimento	Ciências naturais e da saúde	7	16,7%
	Diversas	5	11,9%
	Outras	13	30,9%
	Professores Educação básica	15	35,7%
Público alvo/nível de ensino	Professores Ensino superior	9	21,4%
	Alunos de Licenciatura	6	14,3%
	Outros	12	28,6%
	Formação continuada	15	35,7%
Tipo de intervenção	Formação inicial	5	11,9%
	Nenhuma	22	52,4%

Ao relacionarmos a categoria Público alvo/nível de ensino, com a categoria Tipo de intervenção analisado nos artigos, identificamos o predomínio de estudos relacionados a professores da educação básica em intervenções de formação

continuada (Tabela 1). Observa-se a ocorrência de poucos estudos com licenciandos em formação inicial. Cabe ressaltar que a maior parte dos estudos não estava relacionada à formação de professores propriamente dita, mas sim à utilização de métodos qualitativos como questionário/entrevistas e estudos de caso, com o objetivo de compreender como as tecnologias são utilizadas no ensino.

Além do delineamento metodológico, os artigos empíricos foram analisados quanto ao nível de utilização do modelo CTPC. Considerou-se possuir cunho teórico o artigo que citou o modelo CTPC na seção de introdução e ou discussão, como referencial teórico para a integração de tecnologia no ensino, sem utilizar ou propor instrumento e ou metodologia para investigar as bases de conhecimento envolvidas no modelo CTPC. Portanto, os artigos que utilizaram ou apresentaram alguma metodologia de análise para avaliar as bases de conhecimento de professores à luz do modelo CTPC, foram considerados de uso metodológico. A maioria dos artigos (91,5%) abordou o modelo CTPC de forma conceitual (Uso teórico), na introdução ou discussão dos resultados obtidos, sem aplicá-lo metodologicamente. De fato, somente quatro dos 42 artigos procederam o uso metodológico (A17, A42, A49 e A50), indicando que embora os autores reconheçam a importância do modelo CTPC como referencial para a pesquisa em tecnologia educacional, as bases de conhecimento que envolvem a integração da tecnologia no ensino têm sido pouco investigadas.

Em um dos estudos metodológicos, Lopes (A24) analisou o processo de integração da tecnologia no ensino superior, por professores durante sua atuação em um curso de licenciatura em Matemática na modalidade de ensino a distância. A autora utilizou quatro categorias analíticas, que representavam as bases de conhecimento do professor que estão relacionadas ao uso da tecnologia (Conhecimento tecnológico, Conhecimento Pedagógico Tecnológico, Conhecimento Tecnológico do Conteúdo, Conhecimento Pedagógico Tecnológico do Conteúdo). A análise foi desenvolvida a partir de entrevistas em que se buscou identificar, nas falas dos professores, evidências de cada um dos tipos de conhecimentos propostos.

De forma semelhante, Espíndola, Struchiner e Giannella (A17) analisaram a experiência de professores universitários com a integração de tecnologias no ensino, em relação à articulação de seus conhecimentos pedagógicos,

tecnológicos e de conteúdo. As autoras utilizaram entrevistas seguidas de técnica de análise de conteúdo. Foram consideradas cinco categorias de análise (Conhecimento de conteúdo, Conhecimento pedagógico, Conhecimento tecnológico, Conhecimento pedagógico do conteúdo e Conhecimento pedagógico tecnológico do conteúdo).

4. Discussão

O Conhecimento Tecnológico Pedagógico do Conteúdo do professor é reconhecido como um fator crucial para que professores sejam bem-sucedidos na integração de tecnologias em sua prática pedagógica (Koehler & Mishra, 2008; Koehler et al., 2013; Wu, 2013). Desde a publicação do artigo seminal “Technological Pedagogical Content Knowledge: A Framework for Teacher Knowledge” por Mishra e Koehler em 2006, pesquisadores em várias partes do mundo, como Estados Unidos (Graham, 2011; Graham et al., 2009; Hofer, Grandgenett, Harris, & Swan, 2011; Schmidt et al., 2009), Holanda (Rienties, Brouwer, & Lygo-Baker, 2013), Turquia (Pamuk, 2012; Sonmez Pamuk, Ergun, Cakir, Yilmaz, & Ayas, 2013), Austrália (Finger, Jamieson-Proctor, & Albion, 2010), Tailândia (Srisawasdi, 2012), Taiwan (Chen & Jang, 2014; Jang & Tsai, 2013), Singapura (Koh, Chai, & Tsai, 2012; Ling Koh, Chai, & Tay, 2014), China (Sang, Tondeur, Chai, & Dong, 2014) passaram a estudar, de forma empírica, as bases de conhecimento envolvidas neste modelo teórico.

Com o intuito de responder às perguntas de investigação aqui propostas, bem como compreender como o modelo teórico CTPC permeia a pesquisa sobre a integração da tecnologia no ensino no contexto Lusófono, são discutidos, a seguir, os resultados obtidos no presente estudo à luz da literatura internacional.

Pergunta 1 - Em que extensão o modelo CTPC está incorporado à produção científica acerca da integração da tecnologia no ensino, no contexto Lusófono?

A busca e seleção de artigos publicados em língua portuguesa resultou em 60 artigos relacionados de alguma forma ao modelo teórico CTPC. Observou-se que a quantidade de artigos publicados tem crescido nos últimos anos. Esse achado é semelhante ao obtido na revisão de literatura de Chai et al. (2013), que descreve aumento gradativo no número de publicações em língua inglesa sobre o modelo CTPC a partir do ano de 2006, alcançando 26 publicações em 2010. Por

outro lado, ao tomarmos o conjunto de artigos teóricos somados aos empíricos, identificamos o predomínio do uso teórico deste referencial no contexto Lusófono. De fato, somente em quatro dos artigos se realizou a análise das bases de conhecimento dos professores. Outras revisões de literatura apresentaram resultados bastante diferentes. Chai et al. (2013) e Voogt et al. (2013) encontraram, respectivamente, 55 (74,3% do total) e 44 (80% do total) artigos diretamente relacionados à avaliação das bases de conhecimento envolvidas no modelo CTPC.

Embora a maior parte dos artigos analisados aqui cite o modelo CTPC como referencial de integração de tecnologia no ensino, sem utilizá-lo para investigar as bases de conhecimento dos professores, os resultados obtidos indicam que o modelo CTPC já se encontra presente na produção científica em língua portuguesa. De forma geral, podemos afirmar que a produção científica no campo de tecnologia educacional, desenvolvida nesse contexto tem abordado o modelo CTPC de forma conceitual, e se encontra em um estágio inicial da pesquisa em comparação ao contexto internacional mais amplo.

Pergunta 2 - Quais os instrumentos e ou métodos de avaliação acerca das bases de conhecimento envolvidas no modelo CTPC estão disponíveis em língua portuguesa?

Dos 60 artigos analisados, quatro artigos empíricos (A17, A24, A49 e A50) e um teórico (A41) apresentaram processos metodológicos para avaliar as bases de conhecimento do professor. Entre eles, Sampaio e Coutinho (A41) traduziram do inglês para o português uma rubrica de avaliação de integração tecnológica em planos de ensino, indicando a preocupação das autoras em relação à utilização de instrumentos de análise baseados no modelo CTPC. Lopes (A24) e Espíndola, Struchiner e Giannella, (A17) utilizaram entrevistas seguidas de técnica de análise de conteúdo para investigar as bases de conhecimento do professor que estão relacionadas ao uso da tecnologia. O estabelecimento de categorias analíticas, baseadas no modelo CTPC, possibilitou por meio da análise das falas dos professores, identificar e compreender, os diferentes papéis e usos atribuídos às tecnologias na prática docente (Espíndola, Struchiner, & Giannella, 2009).

Ao analisarmos os cinco trabalhos que fizeram uso metodológico do modelo CTPC, cabe mencionar que nenhum deles utilizou procedimentos de validação para

as técnicas utilizadas, como por exemplo taxa de concordância entre avaliadores (Inter-rater agreement) ou análise de validade e confiabilidade. O emprego dessas técnicas estatísticas, é recomendado no contexto internacional (Chai et al., 2013; Koehler et al., 2012; Voogt, Fisser, et al., 2013) demonstrando preocupação em desenvolver instrumentos e métodos que possuam validade e confiabilidade, importantes critérios de julgamento relacionados à qualidade dos processos metodológicos empregados nas pesquisas educacionais (Fraenkel & Wallen, 2008).

Baseado no paradigma científico racionalista crítico, uma teoria ou modelo teórico, como no caso, o modelo CTPC, não passa de uma conjectura, uma antecipação justificada, que deve ser testada empiricamente (Popper, 1980). A partir dessa lógica, o surgimento do modelo teórico CTPC descortinou todo um novo campo de pesquisa dentro da área da tecnologia educacional, na medida em que possibilitou aos investigadores desenvolverem novos métodos e instrumentos de avaliação, visando refutar ou validar, por meio de dados empíricos, a existência das referidas bases de conhecimento do professor. Desde então, a corrida acadêmica na comunidade internacional ocorre no sentido de validar estatisticamente instrumentos capazes de mensurar as bases de conhecimento de professores de diferentes disciplinas. Em relação aos instrumentos de pesquisa, destaca-se a busca pela validação de questionários de auto relato (Koehler et al., 2012; Voogt, Fisser, et al., 2013). Em revisão de literatura conduzida por Voogt et al. (2013), foram encontrados 11 artigos relacionados à construção de itens de avaliação (assertivas) que professores deveriam concordar ou não em relação às suas bases de conhecimento. Oito desses artigos utilizaram procedimentos de validação estatística por meio de testes de validade e confiabilidade. Entre esses, o trabalho de Chai, Koh, & Tsai (2011) foi o primeiro a descrever um instrumento que obteve validação estatística para as sete bases de conhecimento envolvidas no modelo CTPC. Nessa perspectiva, parece importante ampliar a realização de estudos que empreguem o modelo CTPC nos processos metodológicos da pesquisa educacional no contexto Lusófono. Adicionalmente, a utilização de instrumentos validados internacionalmente, contribuirá para um maior diálogo entre os resultados obtidos por diferentes grupos de pesquisa em todo o mundo, possibilitando comparações entre os diferentes contextos.

Outro achado relevante, diz respeito à formação de professores. Nenhum dos artigos aqui analisados lidou diretamente com a formação de professores para a incorporação no modelo CTPC em sua prática profissional. Tampouco se desenvolveu estratégia de formação de professores visando o aprimoramento das bases de conhecimento envolvidas no modelo CTPC. De forma geral, esses estudos investigaram os usos que os professores já fazem da tecnologia. A possibilidade de elaborar e desenvolver estratégias de formação inicial e continuada baseadas no modelo CTPC parece ser o limiar da pesquisa internacional atual. Após a busca por desenvolver métodos e instrumentos de avaliação, pesquisadores começaram a utilizá-los para avaliar suas intervenções de ensino. Por exemplo, Kopcha, Ottenbreit-Leftwich, Jung e Baser (2014) utilizaram um questionário de auto relato proposto por Schmidt et al. (2009) e uma rubrica de avaliação de integração tecnológica em planos de ensino criada e validada por Harris, Grandgenett e Hofer (2010). O estudo foi realizado com 27 professores participantes de um curso, que tinha por objetivo desenvolver atividades instrucionais para o uso de tecnologia em sala de aula. Além de selecionar e criar recursos tecnológicos, relacionados aos conteúdos específicos, os professores planejaram uma aula que visava a integração de tecnologia pedagogia e conteúdo (Kopcha et al., 2014). Já Koh e Chai (2014) utilizaram o questionário de auto relato proposto por Chai et al. (2011) e empregaram técnica de agrupamento (*Cluster analysis*) para avaliar as percepções de professores em relação às suas bases de conhecimento, antes e após um curso voltado para a elaboração de planos de aula que incorporassem o uso de tecnologias da informação e comunicação. Esses dois estudos recentes indicam como a pesquisa no campo de tecnologia educacional, especificamente acerca do modelo CTPC, vem sendo construída de forma consistente e lógica, tomando o passo anterior (a validação de instrumentos), como fundamento sobre o qual a pesquisa posterior se desenvolve (emprego de instrumentos validados para avaliar intervenções).

5. Conclusões

Os resultados obtidos e discutidos no presente estudo, indicam que a pesquisa acerca da integração de tecnologia no ensino com alicerce no modelo CTPC, no contexto Lusófono, encontra-se em um estágio inicial, no qual a importância do modelo para o campo da educação em geral e das tecnologias

educacionais em especial é reconhecida. Esse reconhecimento se expressa pela quantidade crescente de estudos que cita o modelo na Introdução, como referencial ou na Discussão como um modelo importante para compreensão de seus resultados. No atual momento, os estudos se baseiam fundamentalmente em metodologias qualitativas, com instrumentos desenvolvidos independentemente pelos autores com objetivos específicos e, portanto, de pouca generalização possível.

No que tange a utilização do modelo CTPC na formulação de procedimentos metodológicos de pesquisa, a fim de mensurar as bases de conhecimento envolvidas no modelo teórico, observa-se um reduzido número de estudos que de fato aplicaram o modelo ao que ele pretende, ou seja, aferir os diferentes tipos de conhecimento de professores acerca da integração da tecnologia no ensino. A partir desta constatação, implicações sobre as possibilidades de pesquisa futura, com base no modelo teórico CTPC, são apresentadas.

6. Implicações e pesquisa futura

Baseado no pressuposto da psicologia cognitiva, de que o conhecimento está inscrito na mente das pessoas (Sternberg, 2006), o modelo CTPC prevê sete diferentes bases de conhecimento que professores deveriam possuir, visando realizar a integração de tecnologias na sua prática profissional. Este conjunto de conhecimentos constitui um importante e atual objeto de estudo no campo da pesquisa em tecnologia educacional. Ao levar em consideração as revisões de literatura realizadas no contexto internacional, em língua inglesa, percebe-se que a pesquisa feita ao longo da última década elaborou e validou instrumentos de avaliação das bases de conhecimento dos professores, seja por meio de instrumentos de auto relato (self report) ou por rubricas de análise de planos de aula. Além desses procedimentos, a análise de diálogos presenciais ou online em fóruns de discussão, bem como a observação de uma aula propriamente dita, podem ser importantes meios de identificação e avaliação das bases de conhecimento envolvidas no modelo CTPC.

O campo de pesquisa em tecnologia educacional necessita de uma maior investigação da validade do modelo CTPC no contexto Lusófono e, sobretudo, da “situação” dos professores de diferentes áreas do saber em relação às sete

diferentes bases previstas pelo modelo. A pesquisa empírica sobre o modelo CTPC se beneficiaria da utilização de instrumentos validados internacionalmente, como questionários e rubricas de avaliação, o que permitiria o cotejamento de resultados obtidos com aqueles de outros países. Esse tipo de paralelo contribuiria para uma melhor compreensão e eventual reorientação das diversas políticas públicas voltadas para a utilização de tecnologias educacionais no ensino.

Por fim, entendemos que o modelo CTPC é uma importante abordagem teórica acerca da integração de tecnologia no ensino, entretanto não é a única. A obtenção de resultados empíricos de pesquisa acerca das bases de conhecimento de professores, no que tange a formulação teórica proposta no modelo CTPC, poderia ser complementada ou mesmo contraposta com outras abordagens teóricas que também lidam com a integração da tecnologia no ensino, como as formuladas por Rogers (1995) e Davis (1989). Nesse sentido, o entendimento de como se dá o processo de difusão de inovações tecnológicas (Rogers, 1995), bem como a análise de fatores externos sobre as crenças, atitudes e intenções dos indivíduos em aceitarem a tecnologia (Davis, 1989), poderia contribuir para aprimorar programas de formação que visem promover o aumento das habilidades dos professores em integrar tecnologias na prática docente.

Advogamos no presente estudo, a necessidade de se buscar encontrar caminhos metodológicos validados à luz do referencial teórico CTPC. A pesquisa futura, no campo da tecnologia educacional, poderá se consolidar na medida em que pesquisadores, formadores de professores e políticas públicas se apropriarem não somente de referenciais teóricos, mas em conjunto com eles, de instrumentos de avaliação que sejam eficazes em aferir adequadamente os resultados da aplicação de determinadas teorias na prática educacional.

Agradecimentos

O presente estudo foi apoiado por recursos de fomento de pesquisa obtidos junto à Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ - E-26/110.546/2014) e ao Conselho Nacional de Pesquisa (CNPq - 481714/2013-8). Luiz Gustavo Ribeiro Rolando recebe bolsa de doutorado da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

Gostaríamos de agradecer ao Dr. Gutemberg Gomes Alves e à Sra. Neusa H. S. P. Martins pela revisão do manuscrito.

Apêndice 1. Artigos analisados no processo de revisão sistemática

Código	Tipo de estudo	Artigo
A01	Empírico	C. A. A. P. Abar. Educação Matemática na Era Digital. <i>Rev. Iberoam. Educación Matemática</i> , 27:13–28, 2011.
A02	Teórico	M. M. Alves; J. Ribeiro; F. Simões. Universal Design for Learning (UDL): contributos para uma escola de todos. <i>Indagatio Didact.</i> , 5(4):121–146, 2013.
A03	Empírico	G. T. Barcelos; S. C. F. Batista. Uso de Aplicativos em Tablets no Estudo de Sistemas Lineares: percepção de licenciandos em Matemática. In <i>Nuevas Ideas en Informática Educativa TISE</i> , 2013, pp. 168–175.
A04	Empírico	G. T. Barcelos; S. C. F. Batista. Interpretação geométrica de sistemas lineares: percepção de licenciandos em matemática sobre o uso de aplicativos em tablets. In <i>Encontro de Educação Matemática</i> , 2013, pp. 1–8.
A05	Teórico	A. M. Cardoso; J. D. F. Azevedo; R. X. Martins. Histórico e tendências de aplicação das tecnologias no sistema educacional brasileiro. <i>Colabor@</i> , 8(30):1-11, 2014.
A06	Empírico	F. A. Costa; C. Rodriguez. O desenho de estratégias de trabalho com TIC com base no conhecimento de professores experientes: o caso das artes. In <i>II Congresso Internacional TIC e Educação</i> , 2012, pp. 2739–2752.
A07	Empírico	J. P. da Costa; A. C. C. Costa; S. Peres; G. A. P. B. Teixeira. Desvendando a ecologia local: Atividades interativas. <i>Rev. Bras. Ensino Ciência e Tecnol.</i> , 4(3):119-134, 2011.
A08	Empírico	N. M. L. da Costa; M. E. B. B. Prado. Formação continuada e uma abordagem exploratório investigativa em geometria espacial de posição. In <i>VII Congresso Iberoamericano de Educación Matemática</i> , 2013, pp. 5143–5150.
A09	Teórico	C. P. Coutinho. TPACK: em busca de um referencial teórico para a formação de professores em Tecnologia Educativa. <i>Paidei@</i> , 2(4):1-18, 2011.
A10	Teórico	C. P. Coutinho; A. Sousa. Conteúdos digitais (interactivos) para educação: questões de nomenclatura, reutilização, qualidade e usabilidade. <i>Paidei@</i> , (2)2:1-14, 2009.
A11	Empírico	E. J. Dias; C. F. Araujo Jr. Mobile learning no ensino de matemática: um framework conceitual para uso dos tablets na educação básica. In <i>Encontro de Produção Discente PUCSP</i> , 2012, pp. 1-9.
A12	Teórico	F. A. da S. Dias; N. M. L. da Costa. Formação continuada de professores da educação básica do estado de São Paulo e a integração de tecnologias digitais ao currículo de matemática, In <i>VII</i>

		<i>Congreso Iberoamericano de Educación Matemática</i> , 2013, pp. 5119-5126.
A13	Empírico	J. A. de O. Duarte. Tecnologias para desenvolver o pensamento algébrico. In <i>II Congresso Internacional TIC e Educação</i> , 2012, pp. 1927-1943.
A14	Empírico	J. Duarte; J. Brocardo; J. P. da Ponte. Tecnologias e pensamento algébrico: conhecimentos e práticas de duas professoras de matemática. In <i>Encontro de Investigação em Educação Matemática</i> , 2011, pp. 71–86.
A15	Empírico	M. B. de Espíndola; T. R. Giannella; M. Struchiner. Análise de ambientes virtuais de aprendizagem construídos por professores universitários da área de ciências e da saúde. In <i>VI Encontro nacional de pesquisa em educação e Ciências</i> , 2007, pp. 1–10.
A16	Empírico	M. B. De Espíndola; M. Struchiner; T. R. Giannella. Tecnologias de Informação e Comunicação no Ensino Superior: Análise das Percepções de Professores das Áreas das Ciências e da Saúde sobre o Processo de Integração da Ferramenta Constructore em suas Práticas Educativas. In <i>Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências</i> , 2011, pp. 1–13.
A17	Empírico	M. B. de Espíndola; M. Struchiner; T. R. Giannella. Análise das experiências de integração de tecnologias de informação e comunicação no ensino superior por professores das áreas de ciências e da saúde: contribuições do conhecimento pedagógico - tecnológico do conteúdo. In <i>Encontro nacional de pesquisa em educação em ciências</i> , 2009, pp. 1–12.
A18	Empírico	A. da C. Esquinalha; C. A. A. P. Abar. Impressões iniciais sobre as práticas de tutoria em um curso a distância para professores de matemática. In <i>Encontro de Produção Discente PUCSP</i> , 2012, pp. 1–11.
A19	Empírico	Á. Faria; P. M. Faria; M. A. Ramos. Formação e desenvolvimento profissional docente em rede: entre o presencial e o online. <i>Educ. em Perspect.</i> , 4(2):374–395, 2013.
A20	Empírico	A. Fernandes; M. Meirinhos. A integração curricular das TIC: diagnóstico de uma escola do Ensino Básico e Secundário. In <i>Conferência Ibérica Inovação na Educação com TIC</i> , 2012, pp. 395–411.
A21	Empírico	C. A. Figueiredo; L. C. Contreras. A função quadrática: variação , transparência e duas tipologias de exemplos. <i>Av. Investig. en Educ. Matemática</i> , 3:45–68, 2013.
A22	Empírico	E. S. Goudouris; T. R. Giannella; M. Struchiner. Tecnologias de informação e comunicação e ensino semipresencial na educação médica. <i>Rev. Bras. Educ. Med.</i> , 37(3)396-407, 2013.
A23	Empírico	J. Lima; W. Rochadel; J. Silva. Utilização da Experimentação Remota Móvel em Disciplina de Física do Ensino Médio. In <i>International Conference on Interactive Computer aided Blended Learning</i> , 2013, pp. 255–260.
A24	Empírico	J. P. Lopes. A tecnologia na ótica dos professores: análise da integração entre conhecimentos pedagógicos, tecnológicos e do

		conteúdo. In <i>XIII Conferência Interamericana de Educação Matemática</i> , 2011, pp. 1–11.
A25	Empírico	A. A. Oliveira. Ensinar e aprender história com lições e testes Moodle. <i>História & Ensino</i> , 18(1):07–25, 2012.
A26	Teórico	G. D. L. R. Palis. O conhecimento tecnológico, pedagógico e do conteúdo do professor de Matemática. <i>Educ. Matemática Pesqui.</i> , 12(3):432–451, 2010.
A27	Empírico	S. C. B. Piconez; R. H. R. Nakashima. Design integrado e articulação dialética das dimensões avaliativas na EAD. In <i>Simpósio Internacional de Educação a Distância</i> , 2012, pp. 1-13.
A28	Empírico	S. C. do A. Porto. Jogos Envolvendo Números Inteiros: Um Episódio na Classe de Sandra. In <i>XVII Encontro Nacional de Estudantes de Pós-Graduação em Educação Matemática</i> , 2013, pp. 1–12.
A29	Teórico	A. B. Powell; M. A. Bairral. Investigando a aprendizagem matemática de alunos e professores colaborando e resolvendo problemas em um cenário virtual. In <i>VI Congreso Iberoamericano de Educación Matemática</i> , 2009, pp. 1–6.
A30	Empírico	M. E. B. B. Prado; N. M. L. da Costa. O processo de apropriação das TIC e a reconstrução de novas práticas no ensino de matemática. In <i>VII Congreso Iberoamericano de Educación Matemática</i> , 2013, pp. 6973–6980.
A31	Teórico	J. L. Ramos. Repensar as TIC na Educação. O Professor como Agente Transformador. <i>Educ. Formação Tecnol.</i> , 6(1):94–98, 2013.
A32	Empírico	P. Ramos; T. Rabetti; G. Miriam. A Pesquisa Baseada em Design em Artigos Científicos Sobre o Uso de Ambientes de Aprendizagem Mediados Pelas Tecnologias da Informação e da Comunicação no Ensino de Ciências. <i>Alexandria</i> , 3(1):77–102, 2010.
A33	Empírico	A. M. M. da Rocha; C. P. Coutinho. A utilização das TIC por professores de educação visual: um estudo em escolas com 3o ciclo de Paços de Ferreira, Paredes e Penafiel. In <i>VII Conferência Internacional de TIC na Educação</i> , 2011, pp. 189–200.
A34	Empírico	K. D. M. Rocha; M. Bittar. Um estudo do processo de gênese instrumental do software superlogo por acadêmicos de um curso de pedagogia para o ensino de matemática. <i>EM TEIA - Rev. Educ. Matemática e Tecnológica Iberoam.</i> , 3(3):1–16, 2012.
A35	Empírico	K. de M. Rocha; M. Bittar. Uma discussão sobre os conhecimentos e os processos vivenciados por professores tendo em vista a integração da tecnologia em sua prática. In <i>VII Congreso Iberoamericano de Educación Matemática</i> , 2013, pp. 4740–4747.
A36	Teórico	L. Salema; T. Cardoso. Currículo e Novos Media na Educação em Línguas. In <i>II Congreso Internacional TIC e Educação</i> , 2012, pp. 1425–1442.
A37	Teórico	L. Salema. Tecnologia, educação a distância e aprendizagem de línguas. <i>Rev. Linhas</i> , 13(2):123–139, 2012.

A38	Empírico	D. F. Salvador; L. G. R. Rolando; R. F. R. Rolando. Aplicação do modelo de conhecimento tecnológico, pedagógico do conteúdo (TPCK) em um programa on-line de formação continuada de professores de Ciências e Biologia. <i>Rev. Electrónica Investig. en Educ. en Ciencias</i> , 5(2):31–43, 2010.
A39	Empírico	D. F. Salvador; R. F. R. Rolando; L. G. R. Rolando. Colaborar para aprender e avaliar para formar: Um relato de experiência na formação continuada de professores de biologia. <i>Rev. Bras. Aprendiz. Aberta e a Distância</i> , 11:35-48, 2012.
A40	Empírico	P. Sampaio; C. Coutinho. Uma perspectiva sobre a formação contínua em TIC: essencial ou apenas uma acreditação? In <i>IX Colóquio sobre Questões Curriculares/V Colóquio Luso-Brasileiro</i> , 2010, pp. 3975–3984.
A41	Teórico	P. Sampaio; C. Coutinho. Avaliação do TPACK nas atividades de ensino e aprendizagem: um contributo para o estado da arte. <i>Rev. Educ.</i> , 6(3):39–55, 2012.
A42	Teórico	P. Sampaio; C. Coutinho. Ensinar com Tecnologia, Pedagogia e Conteúdo. <i>Paidei@</i> , 5(8):01-17, 2013.
A43	Empírico	P. Sampaio; C. Coutinho. Formação continuada de professores: integração das tic. <i>FAED – Rev. da Fac. Educ.</i> , 9(15):139-151, 2011.
A44	Empírico	A. A. De Souza; D. O. Xavier; B. F. Tormin; F. A. Silva. Sistema de seleção remota: uma ferramenta para processos de seleção online. In <i>Simpósio Internacional de Educação a Distância</i> , 2006, pp. 1–14.
A45	Empírico	M. E. Weinert; S. A. de Lima; I. R. Gravonski; H. Moreira. O uso das Tecnologias de Informação e Comunicação no cotidiano escolar das séries iniciais: panorama inicial. <i>Rev. Bras. Ensino Ciência e Tecnol.</i> , 4(3):50-72, 2011.
A46	Teórico	W. M. Yonezawa; A. Konsianski; P. L. Filho. Introdução ao desenvolvimento de jogos digitais para professores de matemática utilizando programação visual. In <i>XI Encontro Nacional de Educação Matemática</i> , 2013, pp. 1–7.
A47	Teórico	P. Sampaio; C. Coutinho. Integração do TPACK no processo de ensino/ aprendizagem da matemática. <i>Paidei@</i> , 6(10):1-20, 2014.
A48	Empírico	B. D. da Silva; A. M. Araújo; C. M. Vendramini; R. X. Martins; N. M. Piovezan; E. Prates; A. S. Dias; L. S. Almeida; M. C. R. A. Joly. Aplicação e uso de tecnologias digitais pelos professores do ensino superior no Brasil e em Portugal. <i>Educ. Formação Tecnol.</i> , 7(1):3–18, 2014.
A49	Empírico	K. D. M. Rocha; M. Bittar. Uma articulação teórica para análise de um processo de integração da tecnologia na prática pedagógica. <i>Nuances Estud. sobre Educ.</i> , 25(2):109–126, 2014.
A50	Empírico	C. A. A. P. Abar; R. E. M. Nifoci. Conhecimentos revelados nas Narrativas de professores de Matemática sobre o uso de Objetos de Aprendizagem. <i>Rev. Iberoam. Educación Matemática</i> , 38:51–68, 2014.
A51	Teórico	H. Rocha. Utilização, uso ou integração da tecnologia: Contributo para a clarificação de um conceito. In <i>XXV Seminário de Investigação em Educação Matemática</i> , 2014, pp. 141–153.

A52	Empírico	R. X. Martins; L. B. Serafim. Percepção de estudantes quanto aos diferenciadores do desempenho escolar em cursos de licenciatura a distância. In <i>20º Congresso Internacional ABED de Educação a Distância</i> , 2014, pp. 1–10.
A53	Empírico	K. R. de P. Nazario; M. R. G. de Oliveira. Curso formação docente em EaD: análise parcial dos dados de um questionário online. In <i>Simpósio Internacional de Educação a Distância</i> , 2014, pp. 1–13.
A54	Empírico	F. H. A. Rossit; M. R. G. de Oliveira. Base de conhecimento docente para o ensino de teclado a distância. In <i>Simpósio Internacional de Educação a Distância</i> , 2014, pp. 1–12.
A55	Empírico	R. X. Martins; U. A. Leitão; A. J. de C. Silva. Pesquisas em educação a distância: panorama da produção apresentada no ESUD entre 2010 e 2013. In <i>XI Congresso Brasileiro de Ensino Superior a Distância</i> , 2014, pp. 2759–2773.
A56	Teórico	M. B. de Espíndola; N. G. Gomes; G. G. S. Teixeira; J. Schiller; C. C. D. Búrgo; P. B. Pereira; M. Espindula. Formação docente para o ensino superior mediado por tecnologias de informação e comunicação: perspectivas teórico metodológicas do laboratório de novas tecnologias - lantec/ced/ufsc. In <i>XI Congresso Brasileiro de Ensino Superior a Distância</i> , 2014, pp. 3289–3301.
A57	Teórico	W. R. Padilha. O professor de Matemática da Educação Básica e o processo de apropriação das tecnologias móveis. In <i>Encontro Brasileiro de Estudantes de Pós-Graduação em Educação Matemática</i> , 2014, pp. 1–10.
A58	Empírico	F. M. Santos; G. T. Barcelos; S. C. F. Batista. Formação de Professores de Matemática: Avaliação de Recursos Digitais. In <i>XIX Workshop de Informática na Escola</i> , 2014, pp. 1–10.
A59	Empírico	E. Educacional, “Interação, interatividade e comunicação no processo de mediação pedagógica na educação on-line,” <i>Educere Educ.</i> , vol. 9, no. 18, pp. 765–779, 2014.
A60	Teórico	G. A. Zimmermann; L. A. de Azevedo; V. G. Pedroso. Os institutos federais de educação, ciência e tecnologia, uma nova institucionalidade, e sua educação profissional, científica e tecnológica: uma nova-velha prática educacional? In <i>IV Seminário Nacional de Educação Profissional e Tecnológica</i> , 2008, pp. 1–23.

4. Estudo B

Evidências de validade da versão adaptada para o português do questionário *TPACK Survey for Meaningful Learning*

Este estudo apresenta os resultados obtidos com o processo de adaptação transcultural e validação de um questionário originalmente desenvolvido em língua inglesa e aplicado em professores de países asiáticos.

A adaptação transcultural de um questionário para uso em um novo país, cultura e/ou linguagem exige o uso de um método para alcançar a equivalência entre a versão original e a versão “alvo” do questionário. As perguntas e ou assertivas não devem apenas ser bem traduzidos linguisticamente, mas também devem ser adaptados culturalmente para manter a validade de conteúdo do instrumento em um nível conceitual em diferentes culturas.

Para realizar a adaptação transcultural do *TPACK Survey for Meaningful Learning* foi utilizado um protocolo composto de cinco estágios que envolveu tradutores, e especialistas no modelo CTPC. Após a etapa de adaptação transcultural a nova versão, em língua portuguesa, passou por testes de validação de suas propriedades psicométricas.

Os procedimentos empregados, bem como as análises realizadas neste estudo são apoiadas pelos fundamentos da psicometria e estatística. Os conceitos dessas duas grandes áreas de conhecimento são apresentados à parte deste Estudo B: os fundamentos da psicometria na seção de Introdução, e os da estatística no apêndice geral, ao final da Tese. Os resultados obtidos indicam que a versão brasileira do questionário apresenta evidências de validade e confiabilidade. Dessa forma, o questionário pode ser considerado um instrumento adequado para coletar dados da percepção de professores acerca de suas bases conhecimento CTPC.

Evidências de validade da versão adaptada para o português do questionário TPACK Survey for Meaningful Learning¹

Resumo: Ancorado no modelo teórico Technological Pedagogical Content Knowledge, o presente estudo apresenta os resultados do processo de adaptação transcultural e verificação das evidências de validade para o instrumento TPACK Survey for Meaningful Learning. Participaram 472 professores de Biologia do Estado do Rio de Janeiro (Fundação Cecierj). Os resultados obtidos demonstraram que houve boa compreensão e aceitação das assertivas adaptadas. As análises estatísticas realizadas indicam que a versão brasileira apresenta evidências de validade e confiabilidade, possibilitando a disponibilização de um instrumento de avaliação inédito no contexto brasileiro, em relação a percepção do professor sobre as suas diferentes bases de conhecimento.

Palavras-chave: conhecimento; tecnologia educacional; validade.

Abstract: Based on the theoretical model Technological Pedagogical Content Knowledge, this study presents the results of cross-cultural adaptation and verification of the evidence of the validity for TPACK Survey for Meaningful Learning. 472 Biology teachers from the State of Rio de Janeiro (Cecierj Foundation) participated. The results showed that there was a good understanding and acceptance of the adapted assertions. The statistical analyzes carried out indicate that the Brazilian version presents evidence of validity and reliability, making it possible to provide an unprecedented evaluation tool in the Brazilian context, in relation to the teacher's perception of its different knowledge bases.

Keywords: knowledge; educational technology; validity.

Introdução

Nos anos de 1980, Lee Shulman e seus colaboradores identificaram que tanto as políticas públicas americanas quanto as subsequentes pesquisas acerca de sua efetividade falhavam por ignorar um aspecto central da sala de aula: o conteúdo (Shulman, 1986, 1987). No trabalho desenvolvido por Shulman o problema central de investigação dizia respeito à transição enfrentada por um

¹ Este estudo está submetido à avaliação para publicação na Revista Avaliação Psicológica.

egresso de curso universitário para transformar sua expertise em determinado conteúdo de modo a torná-lo compreensível para alunos da educação básica. A partir dessa questão, Shulman postulou a existência de uma base específica de conhecimento relacionada ao ensino, o conhecimento pedagógico do conteúdo (do inglês *Pedagogical Content Knowledge* – PCK) (Shulman, 1986, 1987).

Segundo Shulman, os tipos particulares de conhecimento do conteúdo (por exemplo, Biologia ou Matemática) e as estratégias pedagógicas necessariamente interagem na mente dos professores (Shulman, 1987). O conhecimento pedagógico do conteúdo representa, portanto, a combinação do conteúdo e da pedagogia - maneira pela qual cada tópico específico é representado, adaptado e apresentado para instrução respeitando as habilidades dos estudantes (Shulman, 1987).

Mishra e Koehler (2006) ampliaram essa proposição de Shulman, sugerindo a inclusão de uma terceira base de conhecimento: o conhecimento tecnológico (Mishra & Koehler, 2006). Segundo os autores, as tecnologias teriam potencial de mudar a natureza da sala de aula, na medida em que possibilitavam representações e demonstrações cujas implicações pedagógicas poderiam ajudar a tornar o conteúdo mais acessível para o estudante. Segundo Mishra e Koehler (2006), não há uma solução tecnológica única que se aplique a todos os professores, cursos, ou pontos de vista do ensino. A qualidade no ensino requer o desenvolvimento de uma compreensão matizada do complexo de relações entre tecnologia, conteúdo e pedagogia, e a utilização desta compreensão para desenvolver estratégias e representações apropriadas, específicas para cada contexto (Mishra & Koehler, 2006). Os autores postularam então o modelo teórico *Technological Pedagogical Content Knowledge* (TPACK) ou Conhecimento Tecnológico Pedagógico do Conteúdo (CTPC) em português. Esse modelo apresenta três bases de conhecimento primárias (CC, CP, CT) e suas quatro interseções (CPC, CTC, CTP e CTPC) resultando em sete diferentes bases de conhecimento (tabela 1).

Desde sua proposição o modelo TPACK alcançou grande repercussão na comunidade internacional de pesquisa em educação (Chai, Koh, & Tsai, 2013; Koehler, Shin, & Mishra, 2012; Voogt, Fisser, Pareja Roblin, Tondeur, & van Braak, 2013). Um conjunto de estudos internacionais recentes resultou na gradativa

elaboração de instrumentos para a mensuração das percepções de professores sobre seus conhecimentos das diferentes bases do modelo TPACK. No estudo inicial de Schmidt et al., (2009) desenvolveu-se um instrumento com 75 assertivas, porém o processo de análise fatorial, que é uma medição da validade do instrumento, só pôde ser aplicado a cada uma das sete sub escalas (bases de conhecimento) isoladamente devido ao elevado número de assertivas utilizadas e à pequena amostra de respondentes (124 professores). A aplicação da análise fatorial seguida da análise de consistência interna em cada uma das sub escalas resultou na validação de 47 assertivas que possuíam índices adequados de validade e confiabilidade. Esse instrumento formulado por Schmidt et al. (2009) passou a sofrer modificações e a ser adaptado para outros contextos. Utilizando as assertivas formuladas por Schmidt et al. (2009); Chai et al. (2010) e Koh et al. (2010) obtiveram evidências de validade, respectivamente, para quatro e cinco bases de conhecimento envolvidas no modelo TPACK. Esses resultados podem ser considerados um avanço em relação aos obtidos por Schmidt et al. (2009), uma vez que a verificação das propriedades, dos respectivos instrumentos foi realizada por meio de técnica de análise fatorial exploratória, utilizando para isto todas as assertivas postuladas para cada uma das sete bases de conhecimento.

Tabela 1. Definições das sete bases de conhecimento envolvidas no modelo TPACK

Bases de Conhecimento	Definição
Conhecimento do conteúdo (CC)	Conhecimento sobre o conteúdo que deve ser ensinado. Fatos centrais, conceitos, teorias e procedimentos de um determinado campo do saber.
Conhecimento pedagógico (CP)	Conhecimento sobre os processos, práticas e métodos de ensino. Envolve questões de aprendizagem, gestão de sala de aula, desenvolvimento de plano de aula, implementação e avaliação.
Conhecimento pedagógico do conteúdo (CPC)	Conhecimento que mistura o conhecimento do conteúdo e o conhecimento pedagógico em um entendimento de como ensinar um conteúdo curricular específico, sem o auxílio de tecnologia.

Conhecimento Tecnológico (CT)	Conhecimento sobre as características, capacidades e aplicações da tecnologia.
Conhecimento Tecnológico do Conteúdo (CTC)	Conhecimento sobre como usar a tecnologia para representar o conteúdo.
Conhecimento Tecnológico Pedagógico (CTP)	Conhecimento do uso da tecnologia para implementar processos, práticas e métodos de ensino.
Conhecimento Tecnológico Pedagógico do Conteúdo (CTPC)	Conhecimento do uso da tecnologia para implementar diferentes abordagens e métodos de ensino de conteúdos curriculares específicos.

Baseado em Mishra e Koehler (2006), Chai, Koh, e Tsai (2011) e Koh, Chai, e Tsai (2012).

Após aplicar novos ajustes no instrumento, Chai et al. (2011) obtiveram pela primeira vez evidências de validade para as sete bases de conhecimento envolvidas no modelo TPACK. Devido às características do processo de formação de professores em Singapura (local de realização da pesquisa), os autores utilizaram assertivas duplicadas, que se referiam ao conhecimento do conteúdo do professor para lecionar disciplinas diferentes: *“first teaching subject”* e *“second teaching subject”*. Uma posterior aplicação desse instrumento utilizando assertivas que lidavam exclusivamente com a principal disciplina que os professores lecionavam (*first teaching subject*) foi realizada com professores em exercício em Singapura (Koh et al., 2012). Mais uma vez o instrumento apresentou evidências de validade para as sete bases de conhecimento envolvidas no modelo TPACK, indicando possuir validade e confiabilidade (Koh et al., 2012).

No caso do Brasil, porém, o cenário parece ser bastante distinto. Uma recente revisão sistemática de literatura aponta que a pesquisa acerca do modelo TPACK, encontra-se aqui em um estágio inicial, pois apenas quatro dentre os sessenta estudos analisados aplicaram o modelo TPACK para aferir as percepções dos professores acerca da integração da tecnologia no ensino (Rolando, Luz, & Salvador, 2015). Além disto, não há, até o presente momento, um instrumento de

avaliação que tenha sido submetido à verificação de validade e confiabilidade, embora este já esteja disponível em língua inglesa (Rolando et al., 2015).

A inexistência de um instrumento em língua portuguesa que possa aferir as bases de conhecimento envolvidas no modelo TPACK, despertou o interesse por encontrar na literatura internacional um questionário que reunisse as características necessárias para passar pelo processo de adaptação transcultural. Neste sentido, o instrumento *TPACK Survey for Meaningful Learning* se mostrou o mais apropriado para a realização de um processo adaptação transcultural para a língua portuguesa, uma vez que possui lastro de testagem de suas propriedades, apresentando evidências de validade e confiabilidade, por meio de técnicas de análise fatorial e consistência interna para as sete bases de conhecimento previstas no modelo teórico TPACK (Chai et al., 2013; Voogt et al., 2013).

Baseado na proposição do modelo teórico TPACK, bem como no histórico de verificação de validade e confiabilidade do instrumento QTPACK, o objetivo do presente estudo é apresentar o processo de adaptação transcultural desse instrumento para a língua portuguesa, bem como as evidências de validade obtidas com as técnicas de análise fatorial confirmatória e análise da consistência interna.

Método

Participantes do estudo

O presente estudo foi realizado no ano de 2014. Participaram 472 professores de Biologia que atuavam em sala de aula. Todos os participantes estavam matriculados no programa de formação continuada de professores desenvolvido pela Secretária de Educação (RJ) em parceria com o Centro de Ciências e Educação Superior a Distância do Estado do Rio de Janeiro (Fundação Cecierj). Esse estudo foi aprovado em comitê de ética (CEP Fiocruz parecer nº 892.018) e todos os participantes assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido.

Instrumento

O questionário *TPACK Survey for Meaningful Learning* (QTPACK) tem por objetivo aferir a percepção de professores sobre seu domínio de cada uma das sete bases de conhecimento previstas no modelo teórico TPACK. O QTPACK contém

29 assertivas em formato de escala de Likert de sete pontos (discordo fortemente, discordo, discordo levemente, não concordo nem discordo, concordo levemente, concordo, concordo fortemente). A sua formulação original em língua inglesa já foi testada por meio de técnica exploratória, obtendo-se por duas vezes evidências de validade e confiabilidade para as sete bases de conhecimento testadas nas 29 assertivas (Chai et al., 2011; Koh et al., 2012). O termo “tecnologia” (*technology*, no original) empregado nas assertivas que compõem o QTPACK, está vinculado ao conceito de “tecnologias da informação e comunicação” (TICs), mais precisamente ao uso de computadores, softwares e competências baseadas na web. O termo “*Meaningful Learning*” utilizado na formulação das assertivas relacionadas ao conhecimento pedagógico se refere à utilização das cinco dimensões da aprendizagem significativa (ativa, cooperativa, construtiva, intencional e autêntica) propostas por Jonassen, Howland, Marra, & Crismond (2008).

Procedimentos

O processo de adaptação transcultural adotado combina um componente de tradução literal de palavras e frases de um idioma a outro, e um processo meticuloso de adequação que contempla o contexto cultural e estilo de vida da população-alvo da versão adaptada (Reichenheim & Moraes, 2007). No presente estudo utilizou-se o protocolo de adaptação transcultural em cinco estágios proposto por Beaton, Bombardier, Guillemin e Ferraz (2000), conforme sumarizado a seguir (Figura 1). Foram realizadas duas traduções independentes (T1 e T2) do questionário original em língua inglesa para a língua portuguesa. Em seguida foi elaborada uma síntese (T12) pelos dois tradutores em conjunto com um terceiro indivíduo. Dois tradutores juramentados independentes realizaram duas- retro traduções para a língua inglesa (RT1 e RT2) da versão T12. Um comitê de experts composto por três doutores e um mestre, todos com experiência na área de formação de professores de Biologia e na integração de tecnologia no ensino analisou as cinco versões obtidas até então e consolidou a versão pré-final. Foram apreciadas duas categorias: o significado referencial (concordância em termos de tradução literal entre um item original e o retro traduzido) e o significado geral (articulação de ideias entre um item original e sua retro tradução). A versão pré final do questionário foi respondida por 32 professores. Além de escolher uma opção na escala de *Likert*, cada respondente deveria parafrasear cada uma das 29

assertivas. De posse dessas respostas, o comitê de experts aplicou a técnica de análises de escalas visuais (IN: inalterado; PA: pouco alterado; MA: muito alterado; CA: completamente alterado) com o objetivo de identificar o nível de compreensão dos respondentes em relação às assertivas. Novos ajustes foram realizados na versão pré final de forma a consolidar a versão brasileira do QTPACK a ser submetida à análise estatística.

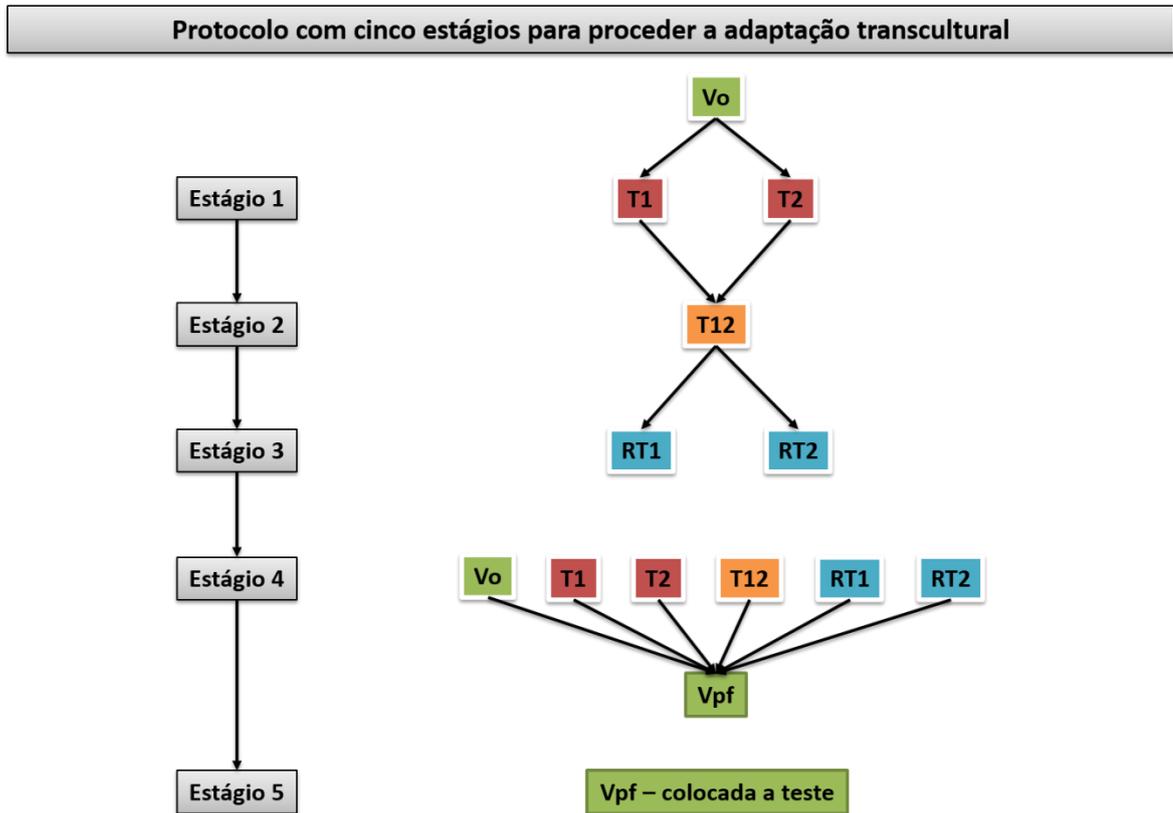


Figura 1: Estágios de adaptação transcultural. Legenda: Vo – versão original; T1 – versão traduzida 1º tradutor; T2 – versão traduzida 2º tradutor; T12 – versão síntese; RT1 – versão retro traduzida 3º tradutor; RT2 – versão retro traduzida 4º tradutor; VpF – versão pré final.

Análise dos dados

A versão brasileira do questionário foi disponibilizada por meio de um formulário online e respondida por 440 professores.

Para realizar a análise da consistência interna da versão brasileira do QTPACK utilizou-se o teste de coeficiente Alfa de Cronbach, no software SPSS Statistics (v.22, Inc, Chicago, IL). A confiabilidade foi medida para toda a escala de

29 assertivas, bem como para cada uma das sete sub escalas: CC, CP, CPC, CT, CTP, CTC, CTPC (ver assertivas que compõem cada sub escala no Apêndice A).

Para a análise das evidências de validade da versão brasileira do QTPACK foi empregada técnica de modelagem de equações estruturais (MEE), especificamente a análise fatorial confirmatória (AFC), uma vez que a análise exploratória já tinha sido realizada com a versão original em língua inglesa por duas vezes (Chai et al., 2011; Koh et al., 2012). Os índices utilizados para avaliar o nível de ajustamento do modelo testado, foram: Qui quadrado (χ^2), *Root Mean Square Error of Approximation* (RMSEA), Qui quadrado normalizado (χ^2/df), *Tucker-Lewis* (TLI) e *Comparative fit index* (CFI) (Hair, Anderson, Tathan, & Black, 1998; Ribas & Vieira, 2011). Utilizou-se o software AMOS (v.22, SPSS Inc, Chicago, IL) que foi configurado com o método de estimação de parâmetros de máxima verossimilhança (*maximum likelihood* - ML), com estimativas padronizadas (*Standardized estimates*). O método ML é robusto à violação do pressuposto da normalidade se a assimetria e achatamento das distribuições das variáveis manifestas não forem muito grandes (Marôco, 2010; Schermelleh-Engel, Moosbrugger, & Müller, 2003).

Para a análise da distribuição dos dados foi realizado o teste de Kolmogorov-Smirnov, por meio de software GraphPad Prism V.5.

Resultados

Adaptação transcultural

Durante a discussão das versões em português T1 e T2, optou-se por definir o termo "*First teaching subject*" como "principal disciplina que leciono" levando-se em consideração que a versão original do instrumento era dirigida a professores de Cingapura que ensinam mais de uma disciplina curricular. Os termos "*think*" e "*thinking*" foram traduzidos como "reflexão", já que a palavra reflexão seria mais relacionada à cultura escolar no Brasil. Os tradutores consideraram que os verbos "*to can*", "*to know*" e a expressão "*be able*" não foram empregados originalmente pelos autores do questionário, de forma a propositalmente diferenciar ações. Dessa forma, foi aplicada na maior parte das assertivas a expressão "sou capaz de", e em casos específicos "eu sei" ou "eu consigo". Assim, assertivas foram reescritas conforme as decisões tomadas, gerando a versão T12.

No estágio 4, o comitê de experts avaliou o nível de alteração das assertivas originais e das retro traduzidas, aplicando a técnica de análises de escalas visuais. Ajustes foram propostos à versão T12. O termo “principal disciplina que leciono” empregado em grande parte das assertivas foi modificado para “Biologia”, pois aquele termo poderia gerar interpretações errôneas já que, no Brasil, os graduados em ciências biológicas estão habilitados a lecionar Ciências no ensino fundamental e Biologia no ensino médio. Na assertiva CTP4, optou-se por acrescentar um conjunto de exemplos (texto, gráfico, tabela, imagem, vídeo, história em quadrinhos) que ilustrassem o significado da expressão “construir diferentes formas de representação do conhecimento”. Da mesma forma, optou-se por usar um conjunto de exemplos específicos para a Biologia na assertiva CTC1.

Após a realização da discussão entre os membros do comitê de experts e da aplicação das modificações sugeridas, uma versão pré final foi obtida. Essa versão se manteve, em grande parte, fiel à versão T12 e foi respondida por 32 professores de Biologia. Ao realizar a análise das respostas parafraseadas, utilizando-se a escala visual analógica, o comitê de experts identificou a necessidade de alterar apenas 8 das 29 assertivas. O verbo “conseguir” (assertivas CTPC1 e CTPC4), foi alterado para “sei”, pois, o primeiro induziu parte dos respondentes a relacionar possíveis barreiras externas ao seu conhecimento à execução da ação solicitada. Em relação à assertiva CTC2, o verbo “conheço” foi modificado para a expressão “sou capaz de”, já que o verbo “conhecer” levou parte dos respondentes a se questionar se conheciam ou não uma suposta totalidade das ferramentas existentes para pesquisar sobre Biologia.

Transpostos os cinco estágios de adaptação transcultural, a versão brasileira do TPACK *Survey for Meaningful Learning* (disponível no Apêndice A) foi obtida e colocada em teste para verificação das evidências de validade e confiabilidade.

Evidências de validade e confiabilidade

A análise prévia mostrou que não houve ocorrência de dados perdidos no conjunto de respostas coletadas por meio do questionário. Todos os 440 respondentes assinalaram apenas uma das opções da escala de Likert para todas as 29 assertivas. Para a detecção de *outliers* univariados os dados foram convertidos em escores padronizados (*Escore Z*). Do total de 12760 observações,

foram encontradas 29 (0,23%) com valores padronizados entre 4 e 6. Nenhum dos *outliers* univariados identificados foi excluído, uma vez que os casos representam um percentual ínfimo das observações e não possuíam valores extremamente elevados.

Foi realizado o teste de Kolmogorov-Smirnov para verificar a distribuição dos dados. A tabela 2 apresenta as médias, desvios padrão e valores de Assimetria e Curtose para cada uma das 29 assertivas. Segundo Curran, West e Finch (1996) em uma distribuição normal a assimetria e a curtose possuem valores igual a zero; valores de assimetria até 2 e de curtose 7 indicam distribuição moderadamente não normal; e valores de assimetria acima de 3 e de curtose 21 indicam distribuição severamente não normal. De acordo com essa classificação os dados analisados no presente estudo possuem distribuição moderadamente não normal (Tabela 2). Nesse caso, Hair et al. (1998) argumentam que se deve ampliar a relação de 5 a 10 respondentes por assertiva para uma proporção de 15 respondentes por assertiva, minimizando desta forma o impacto do erro de amostragem. A relação entre respondentes e assertivas utilizadas em nossa análise é de 15,2 [440 respondentes/29 assertivas], o que satisfaz a proposta de Hair et al. (1998).

Tabela 2. Resultados teste Kolmogorov-Smirnov. Cada assertiva possui 440 observações.

Assertiva	Média	Desvio padrão	Assimetria	Curtose
CC1	5,136	1,561	-0,9424	-0,1878
CC2	4,255	1,691	-0,2706	-1,145
CC3	5,248	1,403	-1,029	0,2785
CP1	5,695	0,8944	-1,262	2,998
CP2	5,684	0,8526	-1,339	3,366
CP3	5,418	1,062	-1,298	2,360
CP4	5,495	1,006	-1,236	2,263
CP5	5,834	0,8442	-1,617	6,266
CPC1	5,193	1,397	-1,174	0,6389
CPC2	5,000	1,483	-0,8539	-0,2535
CPC3	4,841	1,534	-0,7959	-0,4408
CT1	5,732	1,292	-1,383	1,617
CT2	5,764	1,255	-1,567	2,415
CT3	4,732	1,649	-0,4868	-0,8691
CT4	5,339	1,355	-1,056	0,7348
CT5	3,534	1,881	0,2787	-1,319
CT6	5,980	1,158	-1,949	4,572
CTP1	5,823	0,9713	-1,407	3,014
CTP2	5,811	0,9656	-1,323	2,824
CTP3	5,266	1,243	-1,052	0,8623

CTP4	5,223	1,360	-1,069	0,5056
CTP5	5,511	1,127	-1,255	1,861
CTC1	5,361	1,329	-1,141	1,127
CTC2	6,268	0,7399	-1,321	3,981
CTC3	5,820	1,095	-1,425	2,570
CTPC1	5,748	0,9413	-1,387	3,675
CTPC2	5,823	0,9232	-1,054	1,709
CTPC3	5,868	1,037	-1,665	3,758
CTPC4	5,300	1,238	-0,9477	0,6090

Após a análise preliminar dos dados foram obtidos os coeficientes de consistência interna da estrutura fatorial constituída pelas 29 assertivas que compõem as sete sub escalas (bases de conhecimento TPACK). A consistência interna apresentou elevado nível de confiabilidade para o conjunto de assertivas utilizadas na versão brasileira do QTPACK ($\alpha = 0,923$), bem como para as sete bases de conhecimento: CC ($\alpha = 0,846$), CP ($\alpha = 0,854$), CT ($\alpha = 0,851$), CPC ($\alpha = 0,853$), CTP ($\alpha = 0,878$), CTC ($\alpha = 0,752$), CTPC ($\alpha = 0,759$). Todos os coeficientes excederam o valor mínimo recomendado de $\alpha = 0,70$ (Hair et al., 1998; Nunnally, 1967), indicando que o conjunto de variáveis é consistente. Portanto, é esperado que a versão brasileira do QTPACK apresente precisão em qualquer ocasião que for utilizada.

Foram encontradas correlações positivas entre todas as bases de conhecimento (tabela 3), indicando que essas relações poderiam ser analisadas por meio de técnica de modelagem de equações estruturais, mais especificamente pela análise fatorial confirmatória.

A figura 2 apresenta o modelo estrutural utilizado na AFC. A análise fatorial confirmatória apresentou índices satisfatórios de ajuste do modelo (*Goodness-of-Fit Measures*) em relação à amostra estudada ($\chi^2 = 906,126$, $\chi^2/df = 2,545$, $p < 0,001$, TLI = 0,909, CFI = 0,920, RMSEA = 0,059). Os valores obtidos para cada um dos índices são considerados satisfatórios (Hair et al., 1998; Ribas & Vieira, 2011) (Apêndice Geral - seção índices de ajustamento do modelo).

A correspondência entre as assertivas e seus respectivos fatores é apresentada na tabela 4. Em amostras com tamanho acima de 350 respondentes são necessárias cargas fatoriais de 0,30 para se obter resultado significativo ($p < 0,05$) (Hair et al., 1998). Todas as cargas fatoriais obtidas no presente estudo foram

superiores a 0,50 (Tabela 4), demonstrando elevado grau de correspondência entre as variáveis observáveis (assertivas do questionário) e seus respectivos fatores (bases de conhecimento TPACK). Isso indica que essas variáveis latentes, ou seja, as bases de conhecimento predizem adequadamente a variação das assertivas respondidas pelos professores. Este resultado informa que a versão brasileira do QTPACK possui evidências de validade, indicando que o conjunto de medições acuradamente representa o conceito de interesse.

Tabela 3. Correlações entre as bases de conhecimento do modelo TPACK.

	CC	CP	CPC	CT	CTP	CTC	CTPC
CC	1						
CP	,350**	1					
CPC	,393**	,341**	1				
CT	,349**	,304**	,214**	1			
CTP	,274**	,520**	,194**	,622**	1		
CTC	,261**	,358**	,208**	,628**	,628**	1	
CTPC	,349**	,492**	,248**	,580**	,668**	,650**	1

** . A correlação é significativa no nível 0,01.

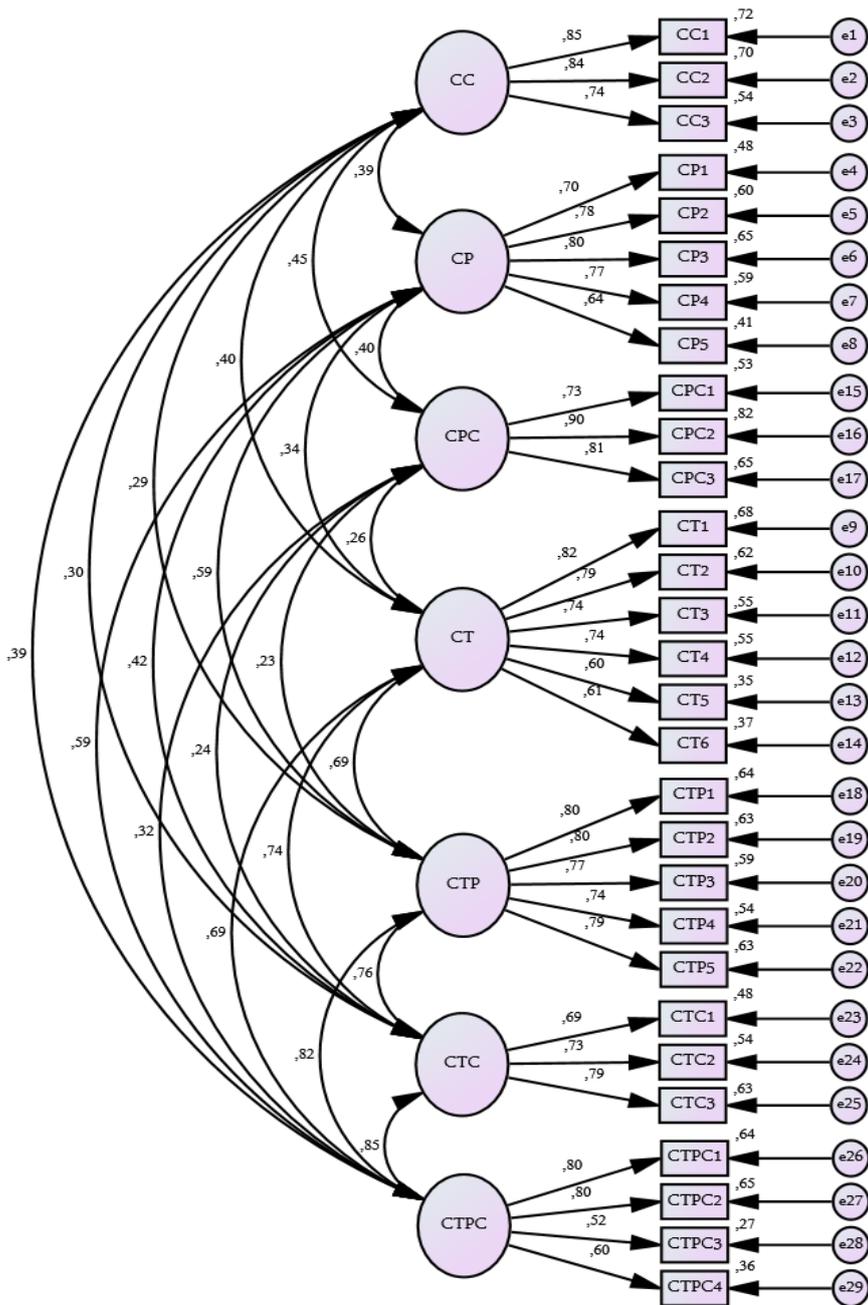


Figura 1. Modelo estrutural utilizado na AFC. Legenda: Conhecimento do Conteúdo (CC), Conhecimento Pedagógico (CP), Conhecimento Pedagógico do Conteúdo (CPC), Conhecimento Tecnológico (CT), Conhecimento Tecnológico Pedagógico (CTP), Conhecimento Tecnológico do Conteúdo (CTC) e Conhecimento Tecnológico Pedagógico do Conteúdo (CTPC).

Tabela 4. Grau de correspondência entre assertivas e fatores

Assertivas	Bases de conhecimento	Carga fatorial
CC1	<--- Conhecimento do conteúdo	0,847
CC2	<--- Conhecimento do conteúdo	0,839
CC3	<--- Conhecimento do conteúdo	0,736
CP1	<--- Conhecimento pedagógico	0,696
CP2	<--- Conhecimento pedagógico	0,778
CP3	<--- Conhecimento pedagógico	0,805
CP4	<--- Conhecimento pedagógico	0,769
CP5	<--- Conhecimento pedagógico	0,642
CT1	<--- Conhecimento tecnológico	0,823
CT2	<--- Conhecimento tecnológico	0,79
CT3	<--- Conhecimento tecnológico	0,743
CT4	<--- Conhecimento tecnológico	0,744
CT5	<--- Conhecimento tecnológico	0,595
CT6	<--- Conhecimento tecnológico	0,61
CPC1	<--- Conhecimento pedagógico do conteúdo	0,728
CPC2	<--- Conhecimento pedagógico do conteúdo	0,905
CPC3	<--- Conhecimento pedagógico do conteúdo	0,808
CTP1	<--- Conhecimento tecnológico pedagógico	0,799
CTP2	<--- Conhecimento tecnológico pedagógico	0,796
CTP3	<--- Conhecimento tecnológico pedagógico	0,768
CTP4	<--- Conhecimento tecnológico pedagógico	0,737
CTP5	<--- Conhecimento tecnológico pedagógico	0,794
CTC1	<--- Conhecimento tecnológico do conteúdo	0,694
CTC2	<--- Conhecimento tecnológico do conteúdo	0,735
CTC3	<--- Conhecimento tecnológico do conteúdo	0,794
CTPC1	<--- Conhecimento tecnológico pedagógico do conteúdo	0,8
CTPC2	<--- Conhecimento tecnológico pedagógico do conteúdo	0,804
CTPC3	<--- Conhecimento tecnológico pedagógico do conteúdo	0,52
CTPC4	<--- Conhecimento tecnológico pedagógico do conteúdo	0,598

Discussão

As análises estatísticas realizadas indicam que a versão brasileira do TPACK *Survey for Meaningful Learning* apresenta evidências de validade e confiabilidade da mesma forma que a versão original obteve.

O protocolo de adaptação transcultural utilizado determina que a versão resultante deve gerar resultados que evidenciem confiabilidade e validade (Beaton et al., 2000). No que tange à consistência interna, os resultados obtidos indicam que a versão adaptada do questionário para a língua portuguesa possui confiabilidade. Além disso, esses resultados são próximos aos obtidos com a

versão original do instrumento: CK ($\alpha = 0,91$), PK ($\alpha = 0,94$), TK ($\alpha = 0,89$), PCK ($\alpha = 0,94$), TPK ($\alpha = 0,95$), TCK ($\alpha = 0,92$), e TPACK ($\alpha = 0,94$).

A análise fatorial confirmatória baseada na Máxima Verossimilhança permitiu verificar que as bases de conhecimento postuladas a priori no modelo TPACK são distintas. O uso de Máxima Verossimilhança pode subestimar as cargas fatoriais e as correlações entre os fatores durante análises confirmatórias, sobretudo em estudos cujas variáveis são variáveis categóricas ordenadas de natureza discreta em decorrência do uso de escalas de Likert (Hauck-Filho, 2016). Estudos recentes indicam que estimadores como Quadrados Mínimos não Ponderados e Quadrados Mínimos Ponderados Robustos podem ser mais robustos do que a Máxima Verossimilhança (Asún, Rdz-Navarro, & Alvarado, 2016). No entanto, no presente estudo, o uso da Máxima Verossimilhança resultou em cargas fatoriais superiores a 0,5 para todos os itens. A utilização da Máxima Verossimilhança, portanto, pôde ser empregada, com a vantagem de permitir comparações entre os resultados obtidos com a versão brasileira do QTPACK e aqueles relativos à versão em língua inglesa. De fato, os resultados obtidos no presente estudo são semelhantes aos obtidos com a versão original do instrumento ($\chi^2 = 1,008.34$, $\chi^2/df = 2,88$, $p < 0,001$, TLI = 0,94, CFI = 0,95, RMSEA = 0,06) (Koh et al., 2012), o que permite afirmar que a versão adaptada para língua portuguesa exhibe evidências de validade e, portanto, se presta a aferir empiricamente as sete bases de conhecimento envolvidas no modelo teórico TPACK.

Os estágios de adaptação transcultural percorridos neste estudo possibilitaram o exame minucioso das 29 assertivas que compõem o QTPACK. Além da obtenção de evidências de validade desse instrumento, a possibilidade de se comparar os dados coletados no contexto local (Brasil) com outros contextos internacionais é uma grande vantagem proporcionada pelo processo de adaptação transcultural, bem como pelo uso da mesma escala de assertivas.

Consideramos que pesquisadores e profissionais que lidam com processos de formação de professores podem se valer da versão brasileira do QTPACK como um instrumento diagnóstico no desenvolvimento profissional de professores. O QTPACK poderá ser ainda utilizado para avaliar programas de formação quanto à sua eficiência no aprimoramento das diferentes bases de conhecimento dos professores.

Uma possível limitação do presente estudo foi a utilização do termo “Biologia” nas assertivas que o mencionam. De fato, a versão original do QTPACK não estava vinculada a uma única disciplina. Dado o caráter essencialmente disciplinar da formação de professores que atuam do segundo ciclo do ensino fundamental e no ensino médio (em geral formados em carreiras específicas), acreditamos que o termo Biologia poderá ser substituído pelo termo referente à disciplina curricular de interesse (Química, Matemática, Português, etc) em versões específicas do QTPACK. Em relação ao conteúdo abordado, entendemos que a versão brasileira do QTPACK poderá ser adaptada para diferentes disciplinas curriculares substituindo-se também exemplos pertinentes nas assertivas que mencionam recursos educacionais (CTC1 e CTC3).

Acreditamos que este trabalho contribuirá para a abertura de novas frentes de pesquisa que utilizem do modelo TPACK no Brasil, não somente como um referencial teórico, mas que investiguem o entendimento de como as diferentes bases de conhecimento do professor se influenciam mutuamente e influenciam a prática docente. Estudos futuros poderão, por exemplo, avaliar como as tecnologias da informação se entrelaçam com processos pedagógicos modernos, baseados em aprendizagem ativa, autônoma e colaborativa, que focalizem o ensino de conteúdos específicos do currículo.

Apêndice A. Questionário Conhecimento Tecnológico Pedagógico do Conteúdo

Conhecimento do Conteúdo (CC):

- 1- CC1 – Eu possuo conhecimento suficiente sobre Biologia.
- 2- CC2 – Eu consigo pensar sobre os conteúdos de Biologia como um expert no assunto.
- 3- CC3 – Eu sou capaz de compreender profundamente os conteúdos de Biologia.

Conhecimento Pedagógico (CP):

- 4- CP1 – Eu sou capaz de expandir a capacidade de pensar dos meus alunos criando tarefas desafiadoras para eles.

5- CP2 – Eu sou capaz de orientar meus alunos a adotar estratégias de aprendizagem apropriadas.

6- CP3 – Eu sou capaz de ajudar meus alunos a monitorar sua própria aprendizagem.

7- CP4 – Eu sou capaz de ajudar meus alunos a refletir sobre suas estratégias de aprendizagem.

8- CP5 – Eu sou capaz de orientar meus alunos a discutir efetivamente durante trabalhos em grupo.

Conhecimento Pedagógico do Conteúdo (CPC):

9- CPC1 – Sem utilizar tecnologia, eu consigo lidar com os erros conceituais mais comuns que meus alunos possuem em Biologia.

10- CPC2 – Sem utilizar tecnologia, eu sei como selecionar abordagens de ensino efetivas para orientar o pensamento e a aprendizagem dos alunos em Biologia.

11- CPC3 – Sem utilizar tecnologia, eu consigo, de formas variadas, ajudar meus alunos a compreender o conhecimento biológico.

Conhecimento Tecnológico (CT):

12- CT1 – Eu possuo habilidades técnicas para utilizar computadores efetivamente.

13- CT2 – Eu consigo aprender tecnologia facilmente.

14- CT3 – Eu sei resolver meus próprios problemas técnicos quando lido com tecnologia.

15- CT4 – Eu me mantenho atualizado sobre tecnologias novas e importantes.

16- CT5 – Eu sou capaz de criar páginas web (sites) na internet.

17- CT6 – Eu sou capaz de utilizar mídias sociais (por exemplo, Blog, Wiki, Facebook).

Conhecimento Tecnológico Pedagógico (CTP):

18- CTP1 – Eu sou capaz de usar a tecnologia para introduzir meus alunos em situações do mundo real

19- CTP2 – Eu sou capaz de ajudar meus alunos a utilizar tecnologia para encontrar mais informações por conta própria.

20- CTP3 – Eu sou capaz de ajudar meus alunos a utilizar tecnologia para planejar e monitorar sua própria aprendizagem.

21- CTP4 – Eu sou capaz de ajudar meus alunos a utilizar tecnologia para construir diferentes formas de representação do conhecimento (texto, gráfico, tabela, imagem, vídeo, história em quadrinhos, etc.)

22- CTP5 – Eu sou capaz de ajudar meus alunos a colaborar entre si utilizando tecnologia.

Conhecimento Tecnológico do Conteúdo (CTC):

23- CTC1 – Eu consigo usar programas de computador especificamente criados para Biologia (armazenadores de dados, Enciclopédia Multimídia Seres Vivos®, Corpo humano e sistemas P3D, entre outros).

24- CTC2 – Eu sou capaz de usar tecnologias para pesquisar sobre Biologia.

25- CTC3 – Eu consigo utilizar tecnologias apropriadas (por exemplo, recursos multimídia, simuladores) para representar o conteúdo de Biologia.

Conhecimento Tecnológico Pedagógico do Conteúdo CTPC:

26- CTPC1 – Eu sei como dar aulas que combinem de forma efetiva o conteúdo de Biologia, tecnologias e abordagens de ensino.

27- CTPC2 – Eu consigo selecionar tecnologias para usar em minha sala de aula a fim de enriquecer o que eu ensino, como eu ensino e o que os alunos aprendem.

28- CTPC3 – Eu consigo usar na minha sala de aula estratégias que combinem conteúdo de Biologia, tecnologias e abordagens de ensino, que aprendi no curso de formação continuada que estou participando

29- CTPC4 – Eu sei atuar como líder ajudando pessoas das escolas em que trabalho a coordenar o uso de conteúdo de Biologia, tecnologias e abordagens de ensino.

5. Estudo C

A percepção do Conhecimento Tecnológico Pedagógico do Conteúdo de professores brasileiros: perfil, inter-relações e comparações

Este estudo apresenta e discute os resultados obtidos com as respostas de 440 professores de Biologia à versão brasileira do questionário *TPACK Survey for Meaningful Learning*. As análises realizadas são apoiadas pelos fundamentos da psicometria e estatística. Os conceitos dessas duas grandes áreas de conhecimento, que foram aplicados nos testes estatísticos aqui utilizados, são apresentados à parte deste Estudo C: os fundamentos da psicometria na seção de Introdução, e os da estatística no apêndice geral, ao final da Tese.

A proposta deste estudo foi a de apresentar a percepção de professores acerca de seus conhecimentos CTPC, bem como compará-la com a de professores de outros países. Essa percepção é representada por escores médios relativos às sete bases de conhecimento e a cada uma das 29 assertivas que compõem o questionário *TPACK Survey for Meaningful Learning*.

Os resultados obtidos com os professores brasileiros são discutidos à luz de estudos realizados em países asiáticos - local de origem e primeiras utilizações do questionário *TPACK Survey for Meaningful Learning* - e dos artigos seminais de Lee Shulman, precursores do modelo teórico Conhecimento Tecnológico Pedagógico do Conteúdo.

A percepção do conhecimento tecnológico pedagógico do conteúdo de professores de Biologia: perfil, inter-relações e comparações

Resumo: No presente estudo analisamos a percepção de 440 professores de Biologia em relação às suas bases de Conhecimento Tecnológico Pedagógico do Conteúdo, a partir do emprego da técnica de Análise Fatorial Confirmatória seguida de Análise de Caminho. Os resultados obtidos indicam que os professores se sentem mais confiantes em relação às suas bases de conhecimento que dependem de habilidades pedagógicas e ou habilidades de uso de tecnologia do que em seu conhecimento biológico. Foram encontradas fortes correlações positivas entre a base CT e as bases intermediárias CTP e CTC e dessas com a base CTPC. Essas relações foram confirmadas pela técnica de análise de caminho que corroborou as hipóteses de que a base de conhecimento primária CT influencia as bases secundária CTP e CTC, e que essas duas bases, por sua vez, influenciam diretamente a base de conhecimento integrada CTPC.

Palavras-chave: Conhecimento Tecnológico Pedagógico do Conteúdo, Modelagem de Equações Estruturais, Professores de Biologia.

1. Introdução

Em sua rotina diária, professores vivenciam situações complexas. Para conduzi-las, eles precisam de um conjunto de conhecimentos que sustente seus processos de tomada de decisão para a atuação efetiva em situações específicas de ensino e aprendizagem (Mishra & Koehler, 2006; Shulman, 1986, 1987). Entre estes conhecimentos, aqueles relacionados à integração de tecnologias da informação e comunicação (TICs) no ensino, especialmente as ferramentas da internet, constituem um conjunto novo de conhecimentos para os atuais professores, que em sua maioria, não podem ser considerados nativos digitais (Prensky, 2001). No entanto, parece haver uma lacuna em relação à utilização das TICs na prática docente, uma vez que essas ferramentas permanecem à margem das salas de aula de ciências na educação básica no Brasil (Rolando, Salvador, & Luz, 2013; Rolando, Vasconcellos, Moreno, Salvador, & Luz, 2015). Esses estudos indicam que a utilização das TICs pelos professores está frequentemente limitada à preparação de textos para as aulas, download de recursos, comunicação pessoal

por e-mail e socialização de forma geral. Poucos são os professores que utilizam essas ferramentas na prática docente (Rolando et al., 2013; Rolando et al., 2015).

Historicamente, os modelos de integração de tecnologia no ensino têm focalizado nos recursos tecnológicos de forma independente dos processos pedagógicos e dos conteúdos específicos de ensino (Graham et al., 2009; Mishra & Koehler, 2006). Em contraposição a essa tendência, Mishra & Koehler (2006) argumentaram que apenas introduzir tecnologia no ensino não era suficiente. Baseado no trabalho de Shulman (1986, 1987) de que tópicos específicos de ensino poderiam ser representados por meio de analogias, ilustrações, exemplos, explicações e demonstrações de modo a tornar um conteúdo mais compreensível para os estudantes, Mishra e Koehler alegaram que as tecnologias poderiam desempenhar um papel importante em cada um desses aspectos. Elas poderiam até mesmo mudar a natureza da sala de aula ao proporcionar uma série de possibilidades de representações e demonstrações que poderiam tornar o conteúdo mais acessível para o estudante (Mishra & Koehler, 2006). Os autores propuseram o modelo teórico Conhecimento Tecnológico, Pedagógico do Conteúdo (CTPC) (do inglês *Technological Pedagogical Content Knowledge* – TPACK), que busca inter-relacionar não só as bases de conhecimentos pedagógico e de conteúdo, mas também a base de conhecimento tecnológico.

1.1. O modelo Conhecimento Tecnológico Pedagógico do Conteúdo

Mishra e Koehler (2006) propuseram a inclusão de um terceiro tipo de conhecimento a ser considerado entre as bases de conhecimento do professor, o conhecimento tecnológico. A adição da base de conhecimento tecnológico ao conceito de conhecimento pedagógico do conteúdo proposto por Shulman proporcionou uma nova abordagem da forma de se tratar a questão da integração da tecnologia no ensino. Essa integração requereria o entendimento de como a tecnologia se relacionaria com o conteúdo e a pedagogia (Mishra & Koehler, 2006). Assim, o modelo acerca das bases de conhecimento do professor passou a se apoiar no tripé composto dos eixos pedagógico, tecnológico e conteúdo.

Ao todo, o modelo teórico CTPC preconiza a existência de sete bases de conhecimento (Quadro 1). A previsão teórica da existência destes diferentes tipos de conhecimento parte da premissa de que possa ocorrer uma combinação ou

interseção, a partir das bases primárias e distintas, do conhecimento do Conteúdo com o Pedagógico gerando uma terceira base integrada, o Conhecimento Pedagógico do Conteúdo (Shulman, 1986, 1987). Analogamente, a introdução do Conhecimento Tecnológico possibilitou a previsão da existência de mais três bases de conhecimento distintas: duas intermediárias, o Conhecimento Pedagógico do Conteúdo e o Conhecimento Tecnológico do Conteúdo; e a base integrada Conhecimento Tecnológico Pedagógico do Conteúdo (Mishra & Koehler, 2006).

O Conhecimento Tecnológico Pedagógico do Conteúdo do professor é reconhecido como um importante fator para que professores sejam bem-sucedidos na integração de tecnologias em suas práticas pedagógicas (Koehler & Mishra, 2008; Matthew Koehler, Mishra, & Cain, 2013; Wu, 2013). Pesquisadores em várias partes do mundo, como Estados Unidos (Graham, 2011; Graham et al., 2009; Hofer, Grandgenett, Harris, & Swan, 2011; Schmidt et al., 2009), Holanda (Rienties, Brouwer, & Lygo-Baker, 2013), Turquia (Pamuk, 2012; Sonmez Pamuk, Ergun, Cakir, Yilmaz, & Ayas, 2013), Austrália (Finger, Jamieson-Proctor, & Albion, 2010), Tailândia (Srisawasdi, 2012), Taiwan (Chen & Jang, 2014; Jang & Tsai, 2013), Singapura (Koh, Chai, & Tsai, 2012; Koh, Chai, & Tay, 2014), China (Sang, Tondeur, Chai, & Dong, 2014) têm estudado, por meio de diferentes métodos, como os professores percebem seus conhecimentos acerca da integração da tecnologia no ensino. Dentre esses métodos o mais utilizado é a aplicação de questionários de auto-relato (self report) (Koehler, Shin, & Mishra, 2012).

Quadro 1. Definições e exemplos das sete bases envolvidas no modelo CTPC

Bases de Conhecimento	Definição*	Exemplo
Conhecimento do conteúdo (CC)	Conhecimento sobre o conteúdo.	Conhecimento sobre Evolução ou Genética.
Conhecimento pedagógico (CP)	Conhecimento sobre métodos de ensino.	Conhecimento sobre como usar aprendizagem baseada em problemas.

Conhecimento pedagógico do conteúdo (CPC)	Conhecimento sobre a adoção de estratégias pedagógicas para tornar um conteúdo mais compreensível para os alunos.	Conhecimento sobre como realizar aulas práticas para ensinar conceitos biológicos.
Conhecimento Tecnológico (CT)	Conhecimento sobre ferramentas tecnológicas.	Conhecimento sobre como usar ferramentas da Web 2.0 (exemplo Wiki, Blogs, Facebook).
Conhecimento Tecnológico do Conteúdo (CTC)	Conhecimento sobre como usar a tecnologia para representar o conteúdo de diferentes formas.	Conhecimento sobre como usar animações para apresentar os processos de desenvolvimento embrionário.
Conhecimento Tecnológico Pedagógico (CTP)	Conhecimento sobre o uso da tecnologia para implementar diferentes métodos de ensino.	Conhecimento sobre como usar Wiki como uma ferramenta de comunicação para aumentar a aprendizagem colaborativa.
Conhecimento Tecnológico Pedagógico do Conteúdo (CTPC)	Conhecimento sobre o uso da tecnologia para implementar métodos de ensino de diferentes tipos de conteúdos.	Conhecimento sobre como usar Wiki como uma ferramenta de comunicação para aumentar a aprendizagem colaborativa em conceitos biológicos.

* Definições simplificadas, baseadas em Chai, Koh e Tsai (2011) e Koh, Chai e Tsai (2012). Para conhecer as definições originais e completas ver Mishra e Koehler (2006) e, para uma versão em língua portuguesa, ver Rolando, Salvador e Luz (2015).

1.2. A validação de questionários de auto-relato

Com o objetivo de testar empiricamente o modelo teórico CTPC, pesquisadores passaram a desenvolver diferentes instrumentos de mensuração que pudessem fazer inferências acerca da percepção que os professores possuem das sete bases de conhecimento previstas por Mishra e Koehler (2006). A partir do pressuposto da psicologia cognitiva de que o conhecimento está inscrito na mente das pessoas (Sternberg & Sternberg, 2012), vários pesquisadores passaram a elaborar instrumentos de auto-relato (self report) nos quais os respondentes pudessem relatar sua percepção acerca dos diferentes tipos de conhecimento. As inferências eram feitas essencialmente a partir do nível de concordância com um conjunto de assertivas que representavam cada uma das sete bases de conhecimento envolvidas no modelo CTPC. Assim, vários questionários foram formulados e testados nos últimos anos na busca por sua validação psicométrica (Chai, Koh, & Tsai, 2013; Koehler et al., 2012; Voogt, Fisser, Pareja Roblin, Tondeur, & van Braak, 2013).

Koehler et al (2012) encontraram um total de 31 estudos de auto-relato como tentativa de mensurar as bases de conhecimento CTPC dos professores, indicando ser esta a técnica mais utilizada pelos grupos de pesquisa. Em outra revisão sistemática de literatura, Voogt et al (2013) encontraram 11 estudos relacionados à mensuração das bases de conhecimento CTPC a partir do uso de instrumentos de auto-relato. Segundo os autores, oito dos onze estudos utilizaram testes estatísticos para avaliar as propriedades psicométricas dos questionários desenvolvidos, Cronbach's Alpha para testar a confiabilidade e análise fatorial para testa a validade dos instrumentos. Entre esses estudos se destacam os trabalhos de Chai, Koh, & Tsai (2010); Chai, Koh, & Tsai (2011); Koh, Chai, & Tsai (2010); Schmidt et al. (2009) que constituem uma sequência de tentativas de validação de instrumentos que utilizaram um conjunto semelhantes de assertivas.

O estudo realizado por Chai et al (2011) em Singapura utilizou uma amostra de 214 professores em formação, que responderam ao questionário *TPACK Survey for Meaningful Learning (QTPACK)* e foi o primeiro a obter um instrumento com validação estatística para as sete bases de conhecimento envolvidas no modelo CTPC. Nesse país os professores são formados e habilitados para ensinar duas disciplinas. As combinações de disciplinas mais comuns são Língua inglesa-

Humanidades e Ciências-Matemática. Por esse motivo, o QTPACK foi composto por dois conjuntos de assertivas relacionadas aos dois diferentes Conhecimentos do Conteúdos (Chai et al., 2011).

Uma nova utilização desse mesmo instrumento foi realizada em 2012, também em Singapura, dessa vez com 455 professores em exercício (Koh et al., 2012). Naquela ocasião, os autores utilizaram apenas um conjunto de assertivas relacionadas ao Conhecimento do Conteúdo, uma vez que os professores, já em exercício, lecionavam apenas uma disciplina curricular (Koh et al., 2012). Mais uma vez, o QTPACK obteve validação estatística para as sete bases de conhecimento envolvidas no modelo CTPC, demonstrando possuir validade e confiabilidade (Koh et al., 2012).

Em 2013, uma versão modificada do QTPACK foi respondida por 366 professores Taiwaneses (Liang, Chai, Koh, Yang, & Tsai, 2013). As assertivas relacionadas ao Conhecimento do Conteúdo não foram alteradas, porém foram acrescentadas novas assertivas às demais bases de conhecimentos. Além disso, adaptações foram realizadas para direcionar o foco das bases de conhecimento para tecnologias baseadas na Web (Liang et al., 2013). A análise fatorial resultou na validação de apenas seis das sete bases de conhecimento, os itens (assertivas) pré-determinados para as bases CTP e CTC se agruparam em um novo fator denominado CTPTC (Liang et al., 2013).

Koh e Chai (2014) voltaram a utilizar o QTPACK com professores de Singapura. Nessa nova aplicação do questionário os autores buscaram identificar diferenças entre antes e após a participação dos professores em um curso focado na elaboração de planos de aula com o uso de TICs. Mais uma vez o QTPACK apresentou validação estatística para as sete bases de conhecimento envolvidas no modelo CTPC, demonstrando possuir validade e confiabilidade (Koh & Chai, 2014). Mais recentemente, Liu, Zhang e Wang (2015) obtiveram respostas de 2728 professores Chineses a uma versão modificada do QTPACK. Os autores mantiveram a essência das assertivas originais utilizadas por Koh e Chai (2014), mas adaptações foram realizadas para direcionar o foco das bases de conhecimento para tecnologias multimídia. Esta aplicação do questionário obteve validação estatística por meio de análise fatorial para cinco bases de conhecimento

apenas, CC, CP, CT, CPC e um fator combinado, denominado CTP-CTC-CTPC (Liu et al., 2015).

A análise fatorial é uma técnica de estatística multivariada na qual os itens, que são pré-selecionados de acordo com a definição teórica de sua respectiva base de conhecimento, são testados empiricamente para verificar sua correspondência à base teórica. Nos estudos de Liang et al. (2013) e Liu et al. (2015) itens pré-selecionados para diferentes bases se agruparam formando bases combinadas. No Apêndice Geral são apresentados os fundamentos psicométricos e estatísticos relativos às técnicas estatísticas de análise fatorial.

1.3. O modelo CTPC no contexto lusófono

Conforme apresentado na subseção anterior, o modelo CTPC apresenta importantes resultados empíricos de pesquisa, sobretudo aqueles relacionados à validação estatística de instrumentos de auto relato (Koehler et al., 2012) O QTPACK (Chai et al., 2011) merece especial destaque por suas várias aplicações em países asiáticos (Chai et al., 2011; Koh et al., 2012; Koh & Chai, 2014; Liang et al., 2013; Liu et al., 2015). Por outro lado, revisões sistemáticas de literatura indicam não haver estudos relacionados ao contexto lusófono, nem estudos comparativos acerca das bases de conhecimento de professores de diferentes países (Chai et al., 2013; Koehler et al., 2012; Voogt et al., 2013).

Buscando identificar em que extensão o modelo CTPC estava incorporado à produção científica sobre a integração da tecnologia no ensino no contexto Lusófono, especificamente no Brasil e em Portugal, realizamos a revisão sistemática de literatura apresentada anteriormente no Estudo A desta Tese. Conforme discutido naquele estudo, a revisão indicou que, embora o modelo CTPC se encontre em um estágio avançado na comunidade internacional de pesquisa em tecnologia educacional, a produção científica no contexto lusófono relativa a esse modelo se encontra em um estágio inicial. Nenhum dos 60 artigos analisados no estudo havia utilizado procedimentos de validação para as técnicas utilizadas (Rolando et al., 2015). Esses achados foram corroborados pela revisão sistemática realizada por Nogueira, Pessoa e Gallego (2015) para sumarizar achados de pesquisa sobre o modelo CTPC publicados em Língua Portuguesa e Língua Espanhola. Segundo os autores, os resultados obtidos indicaram que, apesar de

existir um número crescente de estudos que exploram o modelo CTPC no Brasil, na Espanha e em Portugal, a sua aplicação serve mais para justificar uma mudança de paradigma e um modelo de formação mais adequado, do que propriamente para a validação da sua aplicação ou a medição de resultados concretos em função de programas de formação específicos (Nogueira et al., 2015).

1.4. Justificativa do estudo

O modelo CTPC se tornou, na última década, um dos mais importantes referenciais teóricos para a pesquisa acerca da integração de tecnologia no ensino em todo o mundo. Os estudos de revisão sistemática de literatura indicam que no Brasil, Portugal e Espanha, o modelo CTPC carece de uma maior investigação empírica acerca de como os professores percebem suas bases de conhecimento (Rolando et al., 2015; Nogueira et al., 2015). Por outro lado, os estudos realizados na Ásia são apresentados de forma isolada, principalmente com a finalidade de validar instrumentos de pesquisa, estabelecer inter-relações entre as diferentes bases de conhecimento envolvidas no modelo CTPC e ou avaliar a efetividade de programas de formação de professores no aumento da percepção desses professores em relação ao conhecimento que eles possam adquirir durante um processo de formação para a integração de tecnologia no ensino. Dessa forma, o presente estudo pretende apresentar resultados sobre as bases de conhecimento de professores brasileiros, suas inter-relações e relações com variáveis demográficas, bem como esboçar possíveis comparações entre a percepção que os professores brasileiros manifestam e a percepção de professores de diferentes países, em relação às bases de conhecimento envolvidas no modelo CTPC. Para isso, organizamos nossa seção de resultados em três subseções, de forma que cada uma delas responda a uma pergunta de investigação específica:

Perguntas de investigação:

- Quais as percepções que os professores possuem e exibem em relação às suas bases de Conhecimento Tecnológico Pedagógico do Conteúdo?
- Em qual medida as sete bases de conhecimento CTPC estão correlacionadas entre si?

- E em qual medida as variáveis “idade” e “quantidade de anos de experiência” estão correlacionadas com as bases de conhecimento CC, CP, CT, CPC, CTP, CTC e CTPC?
- As bases de conhecimento primárias CC, CP, CT influenciam as bases de conhecimento intermediárias CPC, CTC, CTP e a base de conhecimento integrada CTPC?
- As bases de conhecimento intermediárias CPC, CTC e CTP influenciam a base de conhecimento integrada CTPC?

Algumas hipóteses foram formuladas e estudadas a partir das respostas obtidas para as primeiras perguntas de pesquisa.

2. Metodologia

2.1. Participantes e contexto do estudo:

Participaram do presente estudo 440 professores de Biologia da rede estadual de educação pública do Estado do Rio de Janeiro, Brasil. Esses professores cursavam o programa de formação continuada de professores, ofertado pela Secretária de Educação do Estado do Rio de Janeiro (Seeduc) em parceria com a Fundação Centro de Ciências e Educação Superior a Distância do Estado do Rio de Janeiro (Fundação Cecierj) no ano de 2014. Todos os professores atuavam em sala de aula no momento da realização da pesquisa em três condições distintas: i) lecionando Biologia em uma das três séries do ensino médio regular; ii) lecionando Biologia na modalidade Nova EJA (ensino médio para alunos com 18 anos ou mais); ou iii) lecionando a disciplina de Ciências para o 9º ano do ensino fundamental regular. Esses professores tinham em média 40,08 anos (Desvp = 9,40); 12,63 anos (Desvp = 8,45) de tempo de magistério; e 72,5% eram mulheres.

O programa oferecido pela Fundação Cecierj/Seeduc estrutura-se como um curso de aperfeiçoamento realizado na modalidade de Educação a Distância. O curso foi oferecido por meio de ambiente virtual de aprendizagem (AVA) construído na plataforma educacional online Moodle (Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment). No AVA ocorreu a distribuição do material didático, a realização e entrega de atividades online, bem como a interação entre os cursistas e tutores responsáveis pela condução das atividades online. O curso possuía duas

etapas; i) planejamento, e ii) implementação e avaliação. Na etapa de planejamento foi disponibilizado ao cursista um conjunto de textos, roteiros de ação e objetos de aprendizagem; textos em PDF para impressão, imagens, vídeos e animações, direcionados ao ensino de grandes temas da Biologia (exemplo, Fontes e formas de energia; Diversidade dos seres vivos; Ecossistemas; Biotecnologia; entre outros).

Após o estudo do material didático, o cursista elaborava um plano de aula que guiava sua atuação em sala de aula durante a etapa de implementação. Tanto no período de planejamento do plano de aula, como no de implementação, os cursistas participavam de um fórum de discussão online temático, discutindo com os pares e tutores. Na etapa de avaliação os cursistas reescreviam o plano de aula baseado na experiência obtida durante a etapa de implementação.

Ao final do curso, os professores foram convidados a participar do presente estudo, por intermédio de comunicação oficial da coordenação geral do programa, via mensagem de e-mail (mensagem convite). Essa mensagem de e-mail apresentou o teor da pesquisa aos inscritos no programa, bem como indicou por meio de endereço eletrônico (link) a localização do questionário a ser respondido, contendo também o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido online (TCLE).

2.2. Instrumento de coleta de dados:

O instrumento utilizado para a coleta dos dados dos professores foi a versão traduzida e adaptada para a língua portuguesa do questionário TPACK *Survey for Meaningful Learning* validado por Koh et al (2012) descrita no Estudo A da presente Tese.

2.3. Análise de dados

Para proceder à técnica de modelagem de equações estruturais, mais especificamente à Análise Fatorial Confirmatória seguida de Análise de Caminho (*Path Diagram Structural Equation Model*), foi empregado o método de máxima verossimilhança (*maximum likelihood*). Para isto utilizou-se o software AMOS (v.22, SPSS Inc, Chicago, IL). Nessa análise foram utilizados os seguintes critérios estatísticos: Qui quadrado (χ^2) e *Root Mean Square Error of Approximation* (RMSEA) para avaliar a medida absoluta de ajustamento, índice Qui quadrado

normalizado (χ^2/df), índices de ajustamento de incremento *Tucker-Lewis* (TLI) e *Comparative fit index* (CFI).

A análise das correlações entre as bases de conhecimento CTPC e dessas bases com as variáveis demográficas “Idade” e “Tempo de Magistério” foi realizada por meio da técnica de correlação de Pearson. Para realização dos testes de correlação utilizou-se o software GraphPad Prism v.5.

Para os fins de comparação entre os escores médios obtidos para bases de conhecimento CTPC bem como para os itens de uma mesma base de conhecimento utilizou-se os testes de ANOVA, seguido de pós teste de Tukey. Para realização dos testes de comparação dos escores médios utilizou-se o software GraphPad Prism v.5.

3. Resultados

3.1. Percepção do Conhecimento Tecnológico Pedagógico do Conteúdo

Pergunta de investigação:

Quais a percepções que os professores possuem acerca de suas bases de Conhecimento Tecnológico Pedagógico do Conteúdo?

Ao todo, 440 professores de Biologia responderam o Q-CTPC logo após o término do curso em que estavam participando pelo programa de formação continuada de professores. Os escores médios e respectivos desvios padrão são apresentados para cada uma das sete bases de conhecimento na tabela 1. Os escores para cada uma das assertivas que compõem cada base de conhecimento também são apresentados na tabela 1.

A escala Likert de sete pontos utilizada no Q-CTPC indica o nível de confiança do respondente em relação a cada uma das bases de conhecimento. Escores com valor abaixo de 4,00 indicam a falta de confiança do respondente em relação ao conteúdo da afirmação feita em determinada assertiva ou na base de conhecimento aferida. Já os escores com valores entre 4,00 e 5,00 demonstram certa incerteza do respondente em relação ao conteúdo da afirmação feita. Os escores entre 5,00 e 6,00 indicam concordância, ainda que limitada, do respondente em relação ao conteúdo da afirmação, pois embora estejam

confiante acreditam que poderiam saber mais acerca do conteúdo explorado na assertiva. Por fim, escores acima de 6,00 representam uma forte concordância e confiança da parte do respondente quanto ao conteúdo da assertiva.

De forma geral, os professores participantes do presente estudo demonstraram estar confiantes em relação às suas bases de conhecimento. Porém, essa confiança pode ser considerada limitada, uma vez que seis das setes bases aferidas (CP, CPC, CT, CTP, CTC e CTPC) obtiveram escores entre 5,00 e 6,00 (Tabela 1). Entre essas bases o Conhecimento Tecnológico do Conteúdo (CTC) teve o maior escore médio (5,82). De fato, a única assertiva que obteve escore acima de 6,00 foi a CTC2 (escore 6,27). Essa assertiva diz respeito à capacidade de o professor usar tecnologias para pesquisar sobre Biologia. No mesmo sentido, a assertiva CTC3 obteve escore próximo de 6,00, indicando que esse professor não somente se sente confiante ao pesquisar com o uso de tecnologias, mas também em relação ao uso de recursos multimídia e simuladores para representar o conteúdo de Biologia.

Por outro lado, a base de conhecimento com menor escore médio foi o Conhecimento do Conteúdo (escore 4,88). Ao analisarmos os itens que compõem essa base de conhecimento percebemos que a assertiva CC2 - “Eu consigo pensar sobre os conteúdos de Biologia como um expert no assunto” - obteve o valor de 4,25, indicando que o professor não concorda nem discorda que seja um expert em Biologia. As outras duas assertivas, CC1 (escore 5,14) e CC3 (escore 5,25), indicam uma confiança maior dos professores, embora nenhuma dessas três assertivas tenha alcançado escores próximos ou acima de 6,00.

As outras duas bases de conhecimento primárias, Conhecimento Pedagógico (CP) e Conhecimento Tecnológico (CT), obtiveram os escores 5,63 e 5,18, respectivamente. O Conhecimento Pedagógico se mostrou a base de conhecimento mais homogênea, uma vez que obteve o menor desvio padrão (0,74). O conteúdo de todas as cinco assertivas que compõem essa base estavam relacionados à capacidade do professor em exercer a prática docente centrada no aluno, no sentido de proporcionar-lhes oportunidades de se tornarem mais ativos no processo de ensino e aprendizagem. Já em relação ao Conhecimento Tecnológico observa-se que os professores se sentem confiantes quanto ao uso de computadores (CT1) e mídias sociais (Blog, Wiki, Facebook - CT6), mas

possuem dificuldade com problemas técnicos (CT3) e construção de páginas na Web (CT5), ambas habilidades específicas que exigem um maior domínio de informática.

Ao analisarmos as três bases de conhecimento intermediárias, Conhecimento Pedagógico do Conteúdo (CPC), Conhecimento Tecnológico Pedagógico (CTP) e Conhecimento Tecnológico do Conteúdo (CTC), observamos, como destacado anteriormente, que os professores se sentem mais confiantes no que diz respeito à integração da base de conhecimento tecnológico com a de conteúdo biológico (CTC, escore 5,82). Além disso, os professores demonstraram confiança em relação à capacidade de usar tecnologias para proporcionar aos alunos oportunidades de se tornarem mais ativos no processo de ensino aprendizagem (CTP, escore 5,53), resultado próximo ao obtido em relação à base de Conhecimento Pedagógico (CP, escore 5,63).

Por fim, no que concerne à integração das três bases de conhecimento, os professores demonstraram certa confiança em relação ao seu Conhecimento Tecnológico Pedagógico do Conteúdo (CTPC, escore 5,68). Três das quatro assertivas que compõem essa base de conhecimento obtiveram valores bem próximos de 6,00 (CTPC1, CTPC2, CTPC3). Os professores se sentem confiantes quanto à capacidade de selecionar tecnologias (CTPC2, escore 5,82) e estratégias (CTPC3, escore 5,87) para usar em sala de aula, bem como sabem combinar de forma efetiva o conteúdo de Biologia, tecnologias e abordagens de ensino (CTPC1, escore 5,75). O maior escore obtido entre os itens que compõem a base CTPC foi aquele relativo à afirmativa relacionada à aprendizagem obtida no curso de formação que os professores haviam acabado de concluir (CTPC3, escore 5,87). A partir desse resultado podemos especular uma possível relação positiva entre as respostas dadas às assertivas do QCTPC e o conhecimento abordado durante o programa de formação continuada de professores.

Tabela 1. Estatística descritiva dos itens e bases CTPC obtidos por meio do QCTPC

Itens	Média	Desvio padrão
Conhecimento do conteúdo (CC)	4,88	1,36
CC1 – Eu possuo conhecimento suficiente sobre Biologia	5,14	1,56
CC2 – Eu consigo pensar sobre os conteúdos de Biologia como um <i>expert</i> no assunto	4,25	1,69
CC3 – Eu sou capaz de compreender profundamente os conteúdos de Biologia	5,25	1,40
Conhecimento pedagógico (CP)	5,63	0,74
CP1 – Eu sou capaz de expandir a capacidade de pensar dos meus alunos criando tarefas desafiadoras para eles	5,70	0,89
CP2 – Eu sou capaz de orientar meus alunos a adotar estratégias de aprendizagem apropriadas	5,68	0,85
CP3 – Eu sou capaz de ajudar meus alunos a monitorar sua própria aprendizagem	5,42	1,06
CP4 – Eu sou capaz de ajudar meus alunos a refletir sobre suas estratégias de aprendizagem	5,50	1,01
CP5 – Eu sou capaz de orientar meus alunos a discutir efetivamente durante trabalhos em grupo	5,83	0,84
Conhecimento pedagógico do conteúdo (CPC)	5,01	1,29
CPC1 – Sem utilizar tecnologia, eu consigo lidar com os erros conceituais mais comuns que meus alunos possuem em Biologia	5,19	1,40
CPC2 – Sem utilizar tecnologia, eu sei como selecionar abordagens de ensino efetivas para orientar o pensamento e a aprendizagem dos alunos em Biologia	5,00	1,48
CPC3 – Sem utilizar tecnologia, eu consigo, de formas variadas, ajudar meus alunos a compreender o conhecimento biológico	4,84	1,53
Conhecimento tecnológico (CT)	5,18	1,10
CT1 – Eu possuo habilidades técnicas para utilizar computadores efetivamente	5,73	1,29
CT2 – Eu consigo aprender tecnologia facilmente	5,76	1,25
CT3 – Eu sei resolver meus próprios problemas técnicos quando lido com tecnologia	4,73	1,65
CT4 – Eu me mantenho atualizado sobre tecnologias novas e importantes	5,34	1,36
CT5 – Eu sou capaz de criar páginas web (sites) na internet	3,53	1,88
CT6 – Eu sou capaz de utilizar mídias sociais (por exemplo, Blog, Wiki, Facebook)	5,98	1,16

Itens	Média	Desvio padrão
Conhecimento tecnológico pedagógico (CTP)	5,53	0,94
CTP1 – Eu sou capaz de usar a tecnologia para introduzir meus alunos em situações do mundo real	5,82	0,97
CTP2 – Eu sou capaz de ajudar meus alunos a utilizar tecnologia para encontrar mais informações por conta própria	5,81	0,97
CTP3 – Eu sou capaz de ajudar meus alunos a utilizar tecnologia para planejar e monitorar sua própria aprendizagem	5,27	1,24
CTP4 – Eu sou capaz de ajudar meus alunos a utilizar tecnologia para construir diferentes formas de representação do conhecimento (texto, gráfico, tabela, imagem, vídeo, história em quadrinhos, etc.)	5,22	1,36
CTP5 – Eu sou capaz de ajudar meus alunos a colaborar entre si utilizando tecnologia	5,51	1,13
Conhecimento tecnológico do conteúdo (CTC)	5,82	0,88
CTC1 – Eu consigo usar programas de computador especificamente criados para Biologia (armazenadores de dados, Enciclopédia Multimídia Seres Vivos®, Corpo humano e sistemas P3D, entre outros)	5,36	1,33
CTC2 – Eu sou capaz de usar tecnologias para pesquisar sobre Biologia	6,27	0,74
CTC3 – Eu consigo utilizar tecnologias apropriadas (por exemplo, recursos multimídia, simuladores) para representar o conteúdo de Biologia	5,82	1,10
Conhecimento tecnológico pedagógico do conteúdo (CTPC)	5,68	0,79
CTPC1 – Eu sei como dar aulas que combinem de forma efetiva o conteúdo de Biologia, tecnologias e abordagens de ensino	5,75	0,94
CTPC2 – Eu consigo selecionar tecnologias para usar em minha sala de aula a fim de enriquecer o que eu ensino, como eu ensino e o que os alunos aprendem	5,82	0,92
CTPC3 – Eu consigo usar na minha sala de aula estratégias que combinem conteúdo de Biologia, tecnologias e abordagens de ensino, que aprendi no curso de formação continuada que estou participando	5,87	1,04
CTPC4 – Eu sei atuar como líder ajudando pessoas das escolas em que trabalho a coordenar o uso de conteúdo de Biologia, tecnologias e abordagens de ensino	5,30	1,24

Entre os resultados apresentados na tabela 1, a base de Conhecimento do Conteúdo (CC, escore 4,88) e o item CC2 (4,25) que a compõe chamam atenção pelos baixos escores médios obtidos. Optou-se por verificar se de fato o valor para a base CC difere estatisticamente dos escores das demais bases, indicando uma menor confiança do professor em relação ao seu conhecimento do conteúdo. Os resultados de comparação entre os escores médios indicaram diferenças (Figura 1). O escore médio da base CC difere dos escores de todas as demais bases, à

exceção da base de Conhecimento Pedagógico do Conteúdo (CPC) (Figura 1). Esse resultado corrobora análise prévia de que os professores possuem menor confiança nessa base de conhecimento em relação às demais bases CTPC.

Verificamos ainda que a assertiva CC2 diferia significativamente das outras duas assertivas que compõem a base conhecimento CC (CC1 e CC3), corroborando a análise de que os professores não se percebem como experts em Biologia (Figura 2).

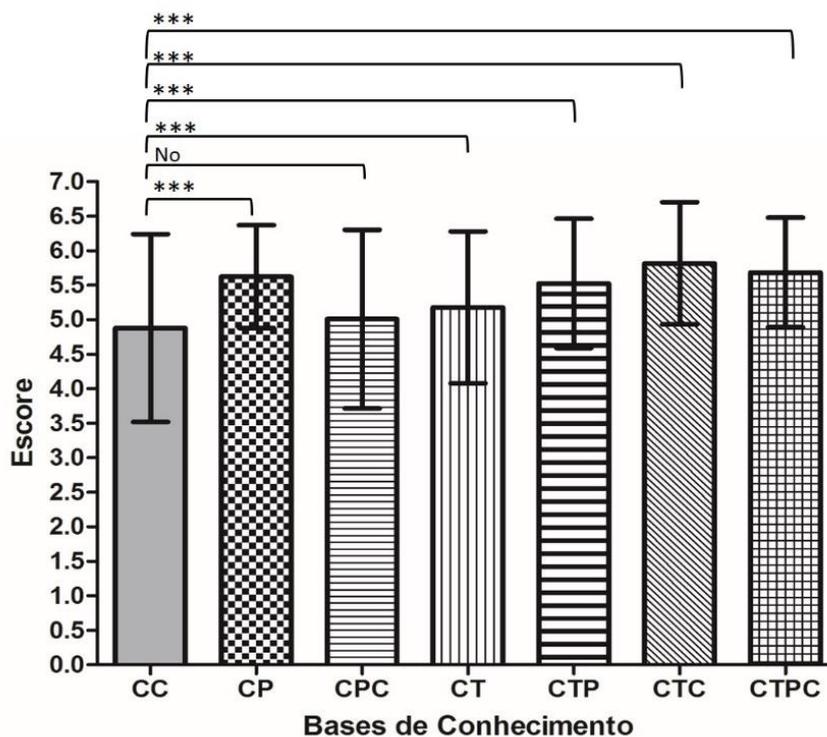


Figura 1. Comparação de escores médios entre a base de Conhecimento do Conteúdo e demais bases CTPC. ANOVA test *** $p < 0,0001$

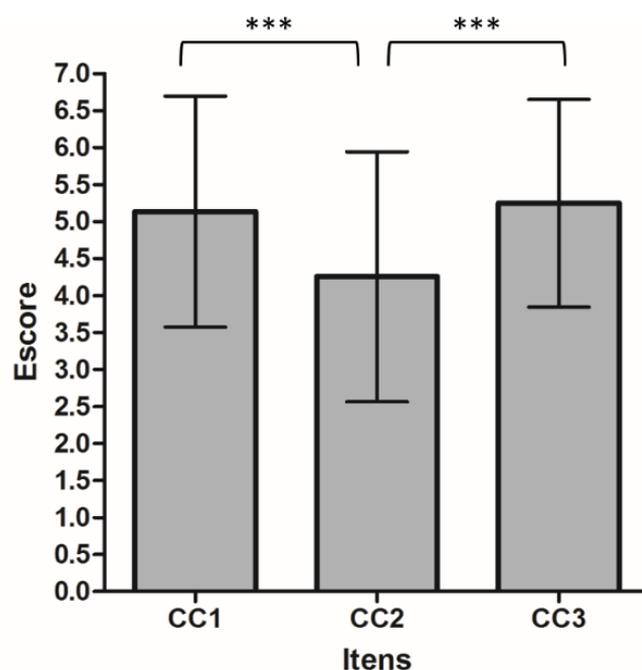


Figura 2. Comparação de escores médios entre os itens que compõem a bases de Conhecimento do Conteúdo. ANOVA test *** $p < 0,0001$

3.2. Análise de correlações entre bases de conhecimento CTPC e perfil sócio demográfico dos professores

O objetivo desta subseção de resultados é caracterizar as eventuais correlações entre as diferentes bases de conhecimento envolvidas no modelo Conhecimento Tecnológico Pedagógico do Conteúdo, entre si, e dessas com as variáveis “idade” e “quantidade de anos de experiência docente”. As análises que serão feitas se baseiam nos preceitos de Fraenkel e Wallen (2008), segundo os quais valores de coeficiente de correlação (r) entre 0,41 e 0,60 são grandes o suficiente para o uso prático e teórico. Ainda segundo esses autores, valores de r entre 0,61 e 0,80 podem ser considerados muito importantes no contexto de pesquisas educacionais, indicando elevado nível de relação entre duas variáveis.

Perguntas de investigação:

Em qual medida as sete bases de conhecimento CTPC estão correlacionadas entre si?

E em qual medida as variáveis “idade” e “quantidade de anos de experiência docente” estão correlacionadas com as bases de conhecimento CC, CP, CT, CPC, CTP, CTC e CTPC?

Hipóteses:

H1. Existe uma forte correlação entre a confiança do professor em relação ao Conhecimento Tecnológico (CT) e a sua confiança em relação aos conhecimentos integrados CTP, CTC e CTPC.

H2. Existe uma forte correlação entre a confiança do professor em relação ao Conhecimento Pedagógico (CP) e a sua confiança em relação aos conhecimentos integrados CPC, CTP e CTPC.

H3. Quanto menor a idade do professor maior será a sua confiança em relação ao seu Conhecimento Tecnológico (CT) e às bases de conhecimento integradas a ele (CTP, CTC e CTPC).

H4. Quanto maior a idade do professor maior a sua confiança em relação ao Conhecimento Pedagógico (CP) e ao Conhecimento Pedagógico do Conteúdo (CPC).

H5. Quanto menor o tempo de magistério do professor maior a sua confiança em relação ao Conhecimento Tecnológico (CT) e às bases de conhecimento integradas CTP, CTC e CTPC.

H6. Quanto maior o tempo de magistério do professor maior a sua confiança em relação ao Conhecimento Pedagógico (CP) e ao Conhecimento Pedagógico do Conteúdo (CPC).

Todas as correlações entre as sete bases de conhecimento obtiveram valores significativos (Tabela 2). No entanto, as correlações entre as bases em que o componente Tecnológico estava presente apresentaram valores de r maiores (indicando correlações mais fortes) do que as correlações entre as bases que não possuíam esse componente. A variável CT apresentou elevados valores de r em suas correlações com as variáveis CTP e CTC. Por sua vez, CTP e CTC também apresentaram valores de r superiores a 0,60 em sua correlação com a variável CTPC (Tabela 2). Esses resultados indicam que existe uma forte relação positiva

entre as covariações apresentadas entre essas bases, a medida que um professor se sente confiante em relação à sua base CT, ele também se sente confiante em relação às suas bases de CTP, bem como em relação à sua base de CTC. Em conjunto esses achados corroboram a hipótese H1. O mesmo é verdadeiro para a relação entre as bases CTP e CTC em relação à base CTPC (Tabela 2).

Já em relação às correlações entre a base CP e as bases CPC, CTP e dessas com a base CTPC, os valores de r se situaram abaixo de 0,60 e em alguns casos mesmo abaixo de 0,40 (Tabela 2). Esses resultados indicam que existe uma relação positiva baixa ou moderada entre as covariações apresentadas entre essas bases, o que não permite a plena corroboração da hipótese H2.

A tabela 3 apresenta os resultados de correlação entre as variáveis “idade” e cada uma das sete bases de conhecimento do modelo CTPC. Conforme estabelecido em nossa hipótese H3, os resultados indicam que existem correlações negativas entre a idade do professor e a sua confiança em relação ao Conhecimento Tecnológico (CT) e às bases de conhecimento integradas CTP, CTC e CTPC. Embora se possa afirmar a existência de tais relações, os valores dos coeficientes de determinação (R^2) obtidos são pequenos. O R^2 é um número que indica a proporção da variância na variável dependente (bases CTPC) que é previsível a partir da variável independente (Idade). O R^2 pode variar entre 0 e 1, indicando em percentagem o quanto o modelo consegue explicar os valores observados. Quanto maior o R^2 , mais explicativo é o modelo. Dessa forma, podemos interpretar que há indícios de que a variável idade influencie a confiança do professor em relação ao Conhecimento Tecnológico (CT) e às bases de conhecimento integradas CTP, CTC e CTPC, mas que ela não explica, por si só, as covariações observadas. Ou seja, existem outros fatores além da idade que influenciam as correlações observadas. Por outro lado, não existem correlações entre a idade do professor e as bases de conhecimento que não possuem o componente Tecnologia (CC, CP, CPC), resultados que refutam a hipótese H4 (Tabela 3).

Tabela 2. Correlações entre os construtos CTPC

	CC	CP	CPC	CT	CTP	CTC	CTPC
CC	1						
CP	,350**	1					
CPC	,393**	,341**	1				
CT	,349**	,304**	,214**	1			
CTP	,274**	,520**	,194**	,622**	1		
CTC	,261**	,358**	,208**	,628**	,628**	1	
CTPC	,349**	,492**	,248**	,580**	,668**	,650**	1

** . A correlação é significativa no nível 0,01.

Tabela 3. Correlações entre idade (ID) e bases de conhecimento CTPC.

Base	Pearson r	95% intervalo de confiança	P valor	P valor	R ²
CC	-0,02237	-0.1156 to 0.07129	0,6399	ns	0,0005002
CP	0,07109	-0.02257 to 0.1635	0,1366	ns	0,005053
CPC	-0,03398	-0.1271 to 0.05972	0,4772	ns	0,001154
CT	-0,2835	-0.3673 to -0.1952	P<0.0001	***	0,08040
CTP	-0,1578	-0.2476 to -0.06524	0,0009	***	0,02490
CTC	-0,1955	-0.2838 to -0.1039	P<0.0001	***	0,03822
CTPC	-0,1029	-0.1946 to -0.009515	0,0309	*	0,01059

*p<0,05 **p<0,001 ***p<0,0001

Na tabela 4 são apresentados os resultados de correlação entre a variável independente “tempo de magistério” e cada uma das sete bases de conhecimento CTPC (variáveis dependentes). Existem correlações negativas entre a variável “tempo de magistério” do professor e a sua confiança em relação às bases de conhecimento CT, CTP e CTC (Tabela 4). Esses resultados indicam que quanto mais longo o tempo de exercício do magistério do professor, menor é a sua confiança nas bases CT, CTP e CTC. No entanto, os valores de R² obtidos são pequenos, o que nos informa que existem outros fatores além “tempo de magistério” que influenciam as correlações observadas.

Não foi encontrada correlação entre a variável “tempo de magistério” e a base CTPC, negando parte da hipótese H5. Cabe ainda ressaltar que foi observada

uma correlação positiva entre o tempo de magistério do professor e a variável CP, indicando que à medida que o tempo de magistério aumenta, o Conhecimento Pedagógico do professor também aumenta, corroborando em parte a hipótese H6. Não foram encontradas correlações com as variáveis tempo de magistério e as bases CC e CPC (Tabela 4).

Tabela 4. Correlações tempo de magistério (TM) e bases de conhecimento CTPC.

Base	Pearson r	95% intervalo de confiança	P valor	P valor	R ²
CC	-0,02317	-0.1164 to 0.07049	0,6280	ns	0,0005366
CP	0,1316	0.03861 to 0.2224	0,0057	**	0,01733
CPC	0,007696	-0.08587 to 0.1011	0,8721	ns	0,00005923
CT	-0,2183	-0.3056 to -0.1274	P<0.0001	***	0,04765
CTP	-0,1248	-0.2158 to -0.03167	0,0088	**	0,01558
CTC	-0,1163	-0.2076 to -0.02306	0,0146	*	0,01353
CTPC	-0,05631	-0.1490 to 0.03739	0,2385	ns	0,003171

*p<0,05 **p<0,001 ***p<0,0001

3.3. Análise de caminho (Path Diagram Structural Equation Model)

Perguntas de investigação:

As bases de conhecimento primárias CC, CP, CT influenciam as bases de conhecimento intermediárias CPC, CTC, CTP e a base de conhecimento integrada CTPC?

As bases de conhecimento intermediárias CPC, CTC e CTP influenciam a base de conhecimento integrada CTPC?

Hipóteses:

Baseado nos pressupostos teóricos formulados por Shulman (1986, 1987) e Mishra e Koehler (2006) referentes à inter-relação entre bases de conhecimento primárias (CC, CP, CT) e o surgimento de diferentes bases secundárias (CPC, CTC, CTP), bem como da base integrada CTPC, procuramos responder as perguntas propostas, testando o seguinte modelo hipotético (Figura 3):

Hipótese 1 (H1). CC influencia positivamente CPC.

Hipótese 2 (H2). CC influencia positivamente CTC.

Hipótese 3 (H3). CC influencia positivamente CTPC.

Hipótese 4 (H4). CP influencia positivamente CPC.

Hipótese 5 (H5). CP influencia positivamente CTP.

Hipótese 6 (H6). CP influencia positivamente CTPC.

Hipótese 7 (H7). CT influencia positivamente CTP.

Hipótese 8 (H8). CT influencia positivamente CTC.

Hipótese 9 (H9). CT influencia positivamente CTPC.

Hipótese 10 (H10). CPC influencia positivamente CTPC.

Hipótese 11 (H11). CTP influencia positivamente CTPC.

Hipótese 12 (H12). CTC influencia positivamente CTPC.

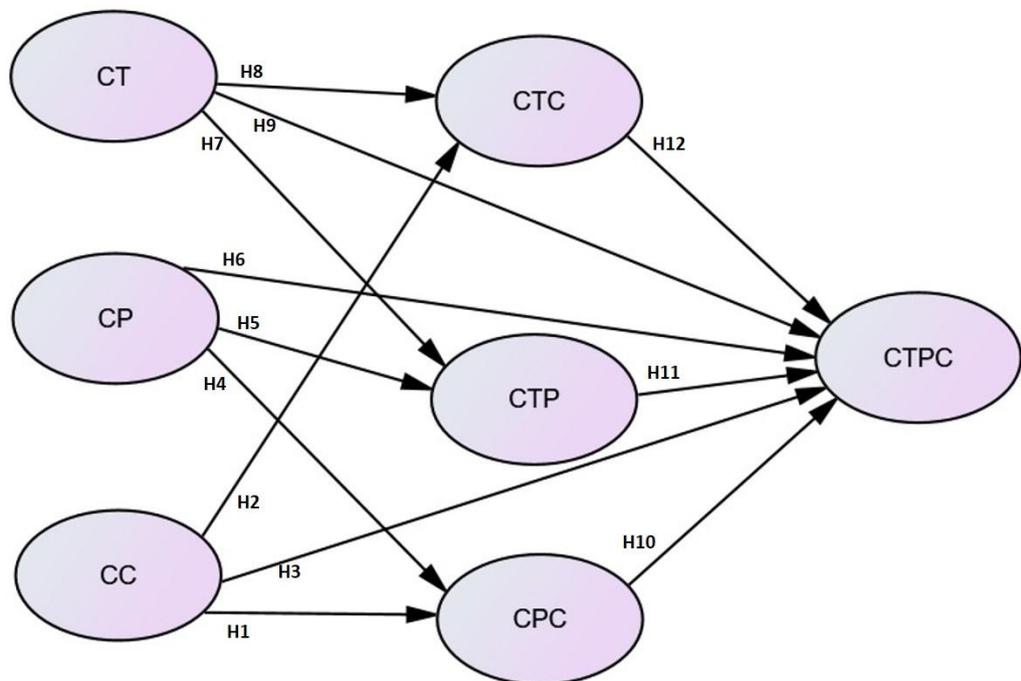


Figura 3. Modelo hipotético de influência entre bases de conhecimento CTPC.

Em análise preliminar foram encontradas correlações positivas com nível de significância de $p < 0,01$ entre todas as bases de conhecimento CTPC (Tabela 2). Em conjunto, esses dados indicam que essas relações podem ser analisadas por meio de técnica de modelagem de equações estruturais, ou mais especificamente pela análise fatorial confirmatória e de caminho. Os resultados obtidos com o uso dessa técnica estatística são apresentados a seguir.

Para testar o modelo hipotético proposto (Figura 3) foi utilizada a técnica de modelagem completa de equação estrutural, combinando análise fatorial e análise de caminho (Figura 4). A análise fatorial confirmatória apresentou índices satisfatórios de ajustamento do modelo (*Goodness-of-Fit Measures*) em relação à amostra estudada ($\chi^2 = 968,805$, $\chi^2/df = 2,676$, $p < 0,0001$, TLI = 0,901, CFI = 0,912, RMSEA = 0,062) (Apêndice Geral - seção índices de ajustamento do modelo).

Conforme podemos observar na tabela 5 as hipóteses H1, H4, H5, H6, H7, H8, H11 e H12 foram corroboradas. Esses resultados indicam que:

i) a base de conhecimento primária CC influencia somente a base secundária CPC (hipóteses H1). Já a base CPC, por sua vez, não influencia a base de conhecimento integrada CTPC (hipótese H10). O resultado apresenta indícios de que o Conhecimento do Conteúdo não desempenha influência direta sobre as bases de conhecimento que possuem a componente “Tecnologia”.

ii) a base de conhecimento primária CP influencia as bases secundária CPC e CTP (hipóteses H4 e H5), bem como a base de conhecimento integrada CTPC (hipóteses H6). Esse resultado apresenta indícios de que o Conhecimento Pedagógico influencia diretamente as bases de conhecimento que possuem o componente Tecnologia.

iii) a base de conhecimento primária CT influencia as bases secundária CTP e CTC (hipóteses H7 e H8), mas não influencia diretamente a base de conhecimento integrada CTPC (hipóteses H9). Esse resultado apresenta indícios de que o Conhecimento Tecnológico exerce influência sobre as bases intermediárias CTP e CTC, e que essas duas bases, por sua vez, influenciam diretamente a base de conhecimento integrada CTPC (hipóteses H11 e H12).

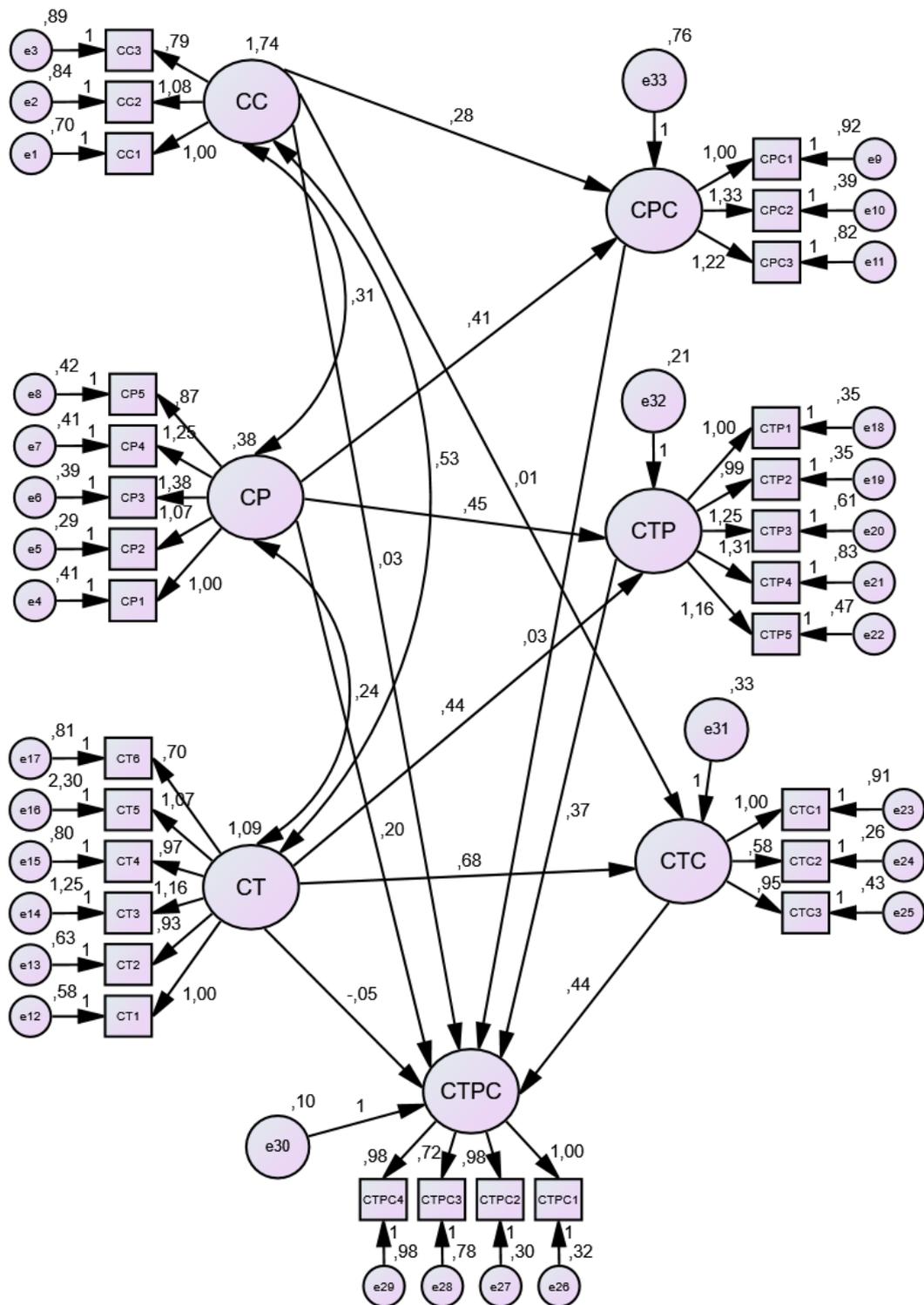


Figura 4. Modelagem completa de equação estrutural combinando análise fatorial e análise de caminho para as bases de conhecimento CTPC.

Tabela 5. Resultados estimativas Análise de Caminho

Hipótese	Caminho		Estimativas	Erro padrão	Razão crítica	P	Hipótese apoiada?
	De	Para					
H1	CC	---> CPC	0,275	0,045	6,179	***	Sim
H2	CC	---> CTC	0,007	0,034	0,219	0,827	Não
H3	CC	---> CTPC	0,029	0,026	1,125	0,261	Não
H4	CP	---> CPC	0,414	0,093	4,478	***	Sim
H5	CP	---> CTP	0,449	0,059	7,64	***	Sim
H6	CP	---> CTPC	0,196	0,061	3,206	0,001	Sim
H7	CT	---> CTP	0,438	0,037	11,774	***	Sim
H8	CT	---> CTC	0,685	0,059	11,607	***	Sim
H9	CT	---> CTPC	-0,045	0,066	-0,689	0,491	Não
H10	CPC	---> CTPC	0,026	0,031	0,853	0,394	Não
H11	CTP	---> CTPC	0,369	0,069	5,388	***	Sim
H12	CTC	---> CTPC	0,441	0,068	6,524	***	Sim

***p<0,0001

4. Discussão

A análise das percepções que os professores possuem acerca das diferentes bases de conhecimento previstas no modelo teórico CTPC é uma tendência importante e crescente na última década, especialmente no que tange à coleta de dados por meio de instrumentos de auto relato (Abbitt, 2011; Chai et al., 2013; Koehler et al., 2012; Voogt et al., 2013). Entre as várias tentativas de validação psicométrica, por meio de testes estatísticos de validade e confiabilidade, destacam-se os resultados obtidos com o questionário TPACK *Survey for Meaningful Learning*, validado em diferentes países asiáticos; Singapura, Taiwan e China (Chai et al., 2011; Koh et al., 2012; Koh & Chai, 2014; Liang et al., 2013; Liu et al., 2015), e recentemente no Brasil, ao sofrer processo de adaptação transcultural seguido de análises das propriedades psicométricas, também obtendo validação para as sete bases de conhecimento envolvidas no modelo CTPC (Estudo B desta Tese).

No presente estudo, descobrimos que os professores brasileiros se percebem menos confiantes em relação à base de Conhecimento do Conteúdo em comparação às demais bases. Em especial, os professores não se perceberam como experts em Biologia (assertiva CC2). No entanto, os escores médios obtidos com as assertivas CC1 e CC3 parecem indicar que os professores acreditam que

sabem bastante Biologia, mas apesar disto, poderiam saber ainda mais. É possível especular que a utilização do termo “expert”, que denota conhecimento especializado em determinada área do saber, seja um motivo para os professores expressarem tal falta de confiança na assertiva CC2, mas não em CC1 e CC3. Por outro lado, é interessante perceber que os professores se sentiram mais confiantes em relação às bases de conhecimento que dependem de habilidades pedagógicas e ou habilidades de uso da tecnologia do que a base de conhecimento do conteúdo. Esse resultado pode indicar que o foco no ensino de Biologia e não no conteúdo biológico, proposto no programa de formação continuada pelo qual os professores passaram, influenciou positivamente seus conhecimentos de como usar abordagens pedagógicas e tecnologias para ensinar Biologia.

Não é possível fazer análises estatísticas comparativas entre os escores médios obtidos para cada base de conhecimento CTPC nos diferentes países, nem entre as bases dos professores desses diferentes países, uma vez que na maior parte dos estudos os escores são apresentados em média para as bases de conhecimento e os escores por assertiva não são apresentados. Observamos, porém, que em todos os estudos os escores médios variaram entre 4,00 e 6,00 (Koh et al., 2012; Koh & Chai, 2014; Liang et al., 2013; Liu et al., 2015). Por outro lado, não houve uma tendência geral em relação a quais bases obtiveram maior escore médio. No único estudo em que os escores por assertiva foram apresentados, notamos semelhanças e diferenças importantes com nossos resultados. Em contraste com os resultados obtidos com os professores brasileiros, os professores em Singapura apresentaram maior escore médio (5,83) para a base de Conhecimento do Conteúdo e menor escore médio (5,05) para a base de Conhecimento Tecnológico do Conteúdo (Koh et al., 2012). No entanto, o valor absoluto do escore médio da assertiva CC2 (5,62) foi menor do que os valores escores médios das assertivas CC1 (6,03) e CC3 (5,82), resultado semelhante ao obtido em nosso estudo. Cabe ressaltar que esse foi o único estudo em que os escores por assertiva foram apresentados.

Em Taiwan e na China, os professores apresentaram maiores escores médios (5,63 e 5,68) para a base de Conhecimento Pedagógico. Nesses países a base de Conhecimento do Conteúdo ficou com o terceiro valor absoluto mais elevado (Taiwan - 5.30 e China - 5.39) (Liang et al., 2013; Liu et al., 2015). Ainda

analisando os resultados relacionados à base de conhecimento do conteúdo, Koh e Chai (2014) fizeram um estudo em Singapura que separou quatro grupos distintos de professores, e em todos eles a base de Conhecimento do Conteúdo obteve o maior escore médio absoluto, variando entre 5,05 (professores em formação) e 5,98 (professores em exercício).

Embora as generalizações sejam importantes e necessárias, o aprofundamento do entendimento de como os professores percebem seus conhecimentos relacionados ao modelo CTPC passa pela análise das assertivas utilizadas nos diversos instrumentos para fazer inferências sobre cada uma das sete bases de conhecimento. No que tange à base de conhecimento do conteúdo, todos os estudos acima discutidos, bem como o nosso, utilizaram as três assertivas CC1, CC2 e CC3 originalmente validadas por Chai et al (2011). Essas assertivas têm como característica comum tratar o conteúdo de forma genérica, ou seja, como uma única grande área de conhecimento.

Historicamente a formação inicial de professores de ciências biológicas no Brasil se dá a partir de uma estrutura curricular que privilegia o saber especializado dos diversos temas da Biologia, disseminados em um conjunto de disciplinas específicas (por exemplo Botânica, Bioquímica, Genética, Ecologia, entre outras) (Carvalho & Gil-Pérez, 2011). Isso posto, parece-nos ser um contrassenso que os professores se sintam mais confiantes em relação às suas bases de conhecimento CT, CTC e CTPC, que possuem o componente Tecnologia, do que em relação à base de Conhecimento do Conteúdo (CC). Para discutir esse fenômeno nos ocorre levantar duas possíveis causas: i) as características específicas do programa de formação continuada que os professores participaram; e ii) a característica intrínseca do Conhecimento do Conteúdo alvo deste estudo, a Biologia, e seu tratamento genérico nas assertivas que compõem Q-CTPC. A seguir exploraremos cada uma dessas possibilidades.

O programa de formação continuada realizado foi ofertado por meio da *Internet*, especificamente por meio de uma sala de aula virtual, a qual exigiu que os professores lidassem com tecnologias (*softwares* de edição de textos (*Word*), editores de texto *online* (HTML), fóruns de discussão *online*, vídeos, imagens e animações, etc). Além da dinâmica de participação do curso por meio dessas tecnologias, várias das propostas de atividades e recursos didáticos

disponibilizados no curso para que os professores pudessem elaborar seus planos de aula, eram baseados no uso de TICs no ensino. Ou seja, havia certa tendência, tanto no material disponibilizado como nos debates realizados nos fóruns de discussão, de se buscar aproveitar esses mesmos recursos didáticos, especialmente vídeos, animações e imagens para lidar com os conteúdos da Biologia. Por exemplo, um dos roteiros de atividades direcionava o uso de computador, data Show e imagens para trabalhar com os alunos acerca do tema “Espécies como unidades da biodiversidade”. Para isso, a proposta seria o professor utilizar imagens que exemplificassem adaptações de alguns grupos de seres vivos. Na sequência, os alunos seriam convidados a compor diferentes “cenas” completando os ecossistemas projetados no quadro com as espécies de seres vivos mais comuns, a fim de reconhecer as espécies como a unidade da biodiversidade (Fundação Cecierj, 2014). Nesse exemplo, podemos notar que o professor deveria lidar com TICs em uma abordagem específica de como ensinar um tema de Biologia. Ou seja, o roteiro de atividade lidava essencialmente com o como ensinar com o uso de TICs e não em levar o professor a aprofundar seu conhecimento acerca do tema a ser ensinado.

Já em relação ao termo utilizado para descrever a base de Conhecimento do Conteúdo alvo deste estudo, Biologia, só é possível discutir, por meio dos resultados aqui expostos, a confiança acerca de uma Biologia genérica ou geral, enquanto grande área de conhecimento do saber humano. Ou seja, não se pode inferir se, de fato, o professor se sente confiante acerca do seu conhecimento sobre tópicos específicos da Biologia, como por exemplo Evolução, ou um conceito específico desse tópico (Especiação ou Seleção Natural), bem como do ensino desses tópicos e ou conceitos com o uso de tecnologia.

A partir dessa perspectiva, um ponto importante a ser discutido está relacionado à busca de uma compreensão mais apurada acerca de como tratar a base Conhecimento do Conteúdo. Isso é especialmente relevante quando se elaboram assertivas que compõem um instrumento de coleta de dados, como um questionário de auto relato. Uma vez que a raiz do modelo teórico CTPC remete ao Conhecimento Pedagógico do Conteúdo (CPC) e, em consequência disso, à definição proposta por Shulman (1986, 1987), se faz necessário revisar esse fundamento teórico. A base CPC inclui uma compreensão dos fatores que tornam

a aprendizagem de tópicos específicos de uma determinada área de conhecimento mais fácil ou difícil. Esses fatores incluem, dentre outros, as concepções e preconceções que os alunos de diferentes idades e origens trazem com eles para a aprendizagem desses tópicos (Shulman, 1986). Ou seja, o foco está no ensino de tópicos específicos, como os citados por Shulman “*Hunk Finn, quadratic equations, the Indian subcontinent, photosynthesis*” (Shulman, 1987), na compreensão de como esses tópicos específicos, problemas ou questões são organizadas, apresentados, e adaptados para os diversos interesses e habilidades dos alunos (Shulman, 1987). A partir desta discussão podemos questionar se a elaboração de assertivas que tratam o Conhecimento do Conteúdo de forma genérica (Biologia) não seria uma abordagem equivocada do modelo teórico originalmente proposto por Shulman. Assim, a ideia de que um professor seja “*expert*” em Biologia, por exemplo, parece soar imprópria, uma vez que, além de extremamente ampla e diversa, essa área do saber humano continua em constante expansão.

Na abordagem utilizada na formulação de assertivas para aferir as bases de conhecimento dos professores, parece que a premissa de que o conhecimento do conteúdo é específico (Shulman 1986; 1987) não foi levada em consideração. De fato, todos questionários até hoje validados utilizam nomes genéricos nas assertivas relacionadas às bases de conhecimento. Elas se referem às disciplinas que os professores lecionam (por exemplo *First subject matter, Science ou Social studies*) e não a conceitos específicos e ou tópicos que compõem essas disciplinas (por exemplo, Fotossíntese no caso de Ciências ou Equações do 2º grau no caso de Matemática).

Essa generalização do Conhecimento do Conteúdo está presente no questionário proposto por Schmidt et al. (2009), a partir do qual o *TPACK Survey for Meaningful Learning* se desenvolveu. O instrumento de Schmidt et al. (2009), que foi aplicado em professores americanos que lecionavam diversas disciplinas nas séries iniciais do ensino fundamental (PK-6), utilizou assertivas com temas genéricos como por exemplo: “I have sufficient knowledge about *mathematics*” (assertiva CC) ou “I know how to select effective teaching approaches to guide student thinking and learning in *science*” (assertiva CPC). Conforme afirmam Chai et al. (2011) o QTPACK é uma versão baseada no questionário elaborado por

Schmidt et al (2009). Todas as versões oriundas do QTPACK mantiveram esta mesma forma de tratamento genérico do Conhecimento do Conteúdo em suas assertivas. No caso de Singapura, por exemplo, Chai et al (2011) utilizaram os termos “*first e second teaching subject*” enquanto Koh et al (2012) utilizaram “*first teaching subject*”. A versão modificada do QTPACK aplicada em Taiwan utilizou o termo “*teaching subject*” (Liang et al., 2013). Koh e Chai (2014) voltaram a aplicar o QTPACK em Singapura, utilizando o termo “*first teaching subject*”. Na China, Liu et al (2015) usaram o termo “*teaching subject*”. Por fim, no Brasil, o termo “*teaching subject*” foi adaptado para “Biologia”, devido à especificidade do público alvo em que ocorreu a aplicação do Q-CTPC (Estudo A), o que manteve o tratamento original e genérico dado ao Conhecimento do Conteúdo por Schmidt et al. (2009).

Shulman (1987) utilizou exemplos de tópicos específicos e particulares de conteúdo em sua formulação teórica. Para ele, eram esses tópicos específicos (e não temas gerais) e as estratégias pedagógicas para ensiná-los que interagem na mente dos professores (Shulman, 1987). Concordamos com Rosenberg e Koehler (2015) que afirmaram que o modelo teórico CTPC representa uma extensão da caracterização feita por Shulman, de que existe um conhecimento pedagógico do conteúdo que é um conhecimento necessário para se ensinar tópicos específicos de uma disciplina, bem como é necessário o conhecimento tecnológico pedagógico do conteúdo para ensinar tópicos específicos com o uso de tecnologias também específicas.

Até aqui analisamos de forma isolada os resultados obtidos para cada uma das bases de conhecimento envolvidas no modelo teórico CTPC. Nos detivemos em especial no tratamento genérico dado à formulação das assertivas relacionadas à base de Conhecimento do Conteúdo. Passemos agora a análise das inter-relações entre as sete bases de conhecimento CTPC.

Os resultados obtidos no presente estudo confirmam achados anteriores de que todas as bases de conhecimento estão correlacionadas positivamente entre si (Chai et al., 2011; Koh et al., 2012). Nossos resultados indicam uma forte correlação positiva entre as bases relacionadas ao componente tecnológico. Essas correlações foram confirmadas pela técnica de análise de caminho. Isso corroborou as hipóteses de que a base de conhecimento primária CT influencia as bases intermediárias CTP e CTC, e que essas duas bases, por sua vez, influenciam

diretamente a base de conhecimento integrada CTPC. Koh et al (2012) obtiveram resultados semelhantes com professores em Singapura. Naquele estudo a base CT também exercia uma pequena, mas significativa influencia em relação à base CTPC. Diante desses achados, podemos argumentar que o Conhecimento Tecnológico puro não parece ser tão importante quanto as bases de conhecimento intermediárias CTP e CTC no que se refere à confiança do professor em seu conhecimento CTPC. Nesse sentido, o conhecimento acerca de tecnologias, como por exemplo, saber utilizar computador e mídias sociais, se torna um importante fator de confiança para que o professor se perceba capaz de integrar essas mesmas tecnologias na sua prática docente mais geral. Por exemplo, ao dominar essas tecnologias, ele se torna capaz de ajudar os alunos a utilizá-las para encontrar mais informações por conta própria (CTP2). Da mesma forma, os professores de Biologia se mostraram bem confiantes em relação à base CTC, especialmente, à capacidade de usar tecnologias para pesquisar Biologia e utilizar recursos multimídia como animações para veicular conhecimento biológico.

Observou-se que a base de conhecimento primária CP influencia as bases intermediárias CPC e CTP, bem como a base integrada CTPC. Porém, essas relações podem ser consideradas baixas ou moderadas. Esses resultados são semelhantes aos encontrados por Koh et al (2012). Eles indicam que os professores demonstraram estar mais confiantes em relação a um conhecimento pedagógico mais geral, relacionado aos processos e métodos pedagógicos, do que em relação a processos de ensino intimamente ligados ao conteúdo (CPC). Corroborando esta argumentação encontramos que a base de conhecimento primária CC influencia somente a base secundária CPC, e que a base CPC, por sua vez, não influencia diretamente a base de conhecimento integrada CTPC.

Tomados em conjunto, esses achados nos informam que o aprimoramento da base de conhecimento integrada CTPC pode estar oculto na inter-relação entre as duas bases intermediárias CTC e CTP. Os professores se percebem mais confiantes em relação aos processos pedagógicos (CP) e às tecnologias que auxiliam na execução de tais processos (CTP), bem como aos recursos tecnológicos relacionados aos conteúdos da Biologia (CTC). Contribuir para que os professores a aprimorem seu conhecimento CTPC demandaria abordagens específicas. Por exemplo, se pode desenvolver a capacidade de integrar TICs

(vídeos, animações e simuladores) em estratégias de ensino baseadas em metodologias ativas a respeito de conteúdos específicos da Biologia. Essa articulação pode ser uma importante ação a ser desempenhada por programas de formação de professores, uma vez que esses recursos tecnológicos tem o potencial de ampliar a capacidade de visualizar processos e fenômenos naturais (Teixeira, Benchimol, Crepaldi & de Souza, 2012; Mayer, 2002). Isto, por sua vez, tende a facilitar a compreensão de conteúdos de difícil entendimento para os alunos, exatamente como propõem Mishra e Koehler (2006).

Essa proposição também é válida ao levarmos em consideração o contexto enfrentado por professores brasileiros. Dados recentes informam que apenas 11% das escolas brasileiras possuem laboratórios de ciências, algo que dificulta o ensino da Biologia por meio dos processos tradicionais do fazer ciências utilizando práticas de laboratório (QEdu Academia, 2014). No entanto, 61% dessas escolas possuem acesso à internet e 45% possuem laboratórios de informática (QEdu Academia, 2014). Esta infraestrutura poderia ser utilizada para amenizar a falta de laboratórios de ciências, na medida em que possibilita ao professor ensinar com o uso de recursos tecnológicos.

Passemos agora ao exame das relações entre as bases de conhecimento CTPC com as variáveis demográficas “idade” e “tempo de magistério”. A hipótese de que um professor jovem e pouco experiente possa ser mais confiante em relação à sua base de conhecimento tecnológico do que um professor mais velho e experiente é apoiada, pelo menos em parte, por nossos resultados que indicam haver certa influência da variável “idade” sobre a confiança do professor em relação às bases de conhecimento CT, CTP, CTC e CTPC. Essa hipótese também é apoiada pelo achado que indica relação negativa entre experiência docente e a confiança nas bases de conhecimento que possuem o componente Tecnologia.

Em conjunto, esses dados corroboram resultados encontrados por Liang et al (2013) com professores Taiwaneses. Segundo os autores, professores mais experientes possuem menos conhecimento sobre as TICs e sobre como ensinar com o uso dessas tecnologias. Da mesma forma, Liu et al (2015) encontraram relação negativa entre a variável tempo de magistério e a confiança na própria base de Conhecimento Tecnológico. Os professores que possuíam entre 1 e 5 anos de experiência de ensino apresentaram escores significativamente maiores que

aqueles com experiências que variavam de seis até mais de 20 anos de tempo de magistério (Liu et al., 2015). Por outro lado, foram encontradas diferenças significativas ao comparar a base de Conhecimento Pedagógico com a variável “tempo de magistério”. Os professores que possuíam seis ou mais anos de experiência se mostraram mais confiantes em relação a essa base de conhecimento do que os professores iniciantes (1 a 5 anos de tempo de magistério) (Liu et al., 2015).

De forma geral, podemos afirmar que existem indícios de que as variáveis “idade” e “tempo de magistério” exerçam influência sobre as bases de conhecimento do professor, especialmente sobre as bases que incluem a componente tecnologia. Embora as correlações encontradas tenham pequeno valor explicativo, nos parece válido levá-las em consideração na formulação de propostas que visem aprimorar as bases de conhecimento CTPC dos professores.

A preocupação inicial de Shulman (1986, 1987) se dava em relação à transição enfrentada por um estudante especialista ao se tornar professor principiante. Em outras palavras, o autor se debruçou sobre o processo pelo qual um estudante universitário bem-sucedido poderia transformar sua *expertise* em um determinado conteúdo em uma maneira efetiva de ensiná-lo, de forma que alunos do ensino médio pudessem compreendê-lo. Essa proposição parece válida também para o uso da tecnologia no ensino. Achados obtidos por Rolando et al (2013) com uma amostra de 454 professores brasileiros informam que eles fazem pouco uso das ferramentas da *Internet* para fins didáticos e que nenhum deles relatou utilizar redes sociais no ensino. Por outro lado, estudo realizado com licenciandos em ciências biológicas indicou que pelo menos 50% deles faziam uso semanal de imagens, vídeos, *Wikipédia*, fóruns de discussão e o *Facebook* para estudar Biologia (Martins, Salvador, Rolando, & Luz, 2015).

Ao levarmos em consideração que os atuais licenciandos possam ser considerados nativos digitais, espera-se que sejam usuários de tecnologias - especialmente das ferramentas da *Internet*. De fato, segundo Martins et al. (2015), esses licenciandos já utilizam a *Internet* para estudar. No entanto, os professores que estão em exercício nas salas de aula atualmente têm certa dificuldade de usar tais ferramentas na sua prática docente (Rolando et al., 2013). A partir dessa discussão parece plausível que programas de formação de professores poderiam

buscar aliar a experiência pedagógica que os professores em exercício possuem com o tipo de conhecimento utilizado pelos licenciandos estudar pela internet. Ao voltarmos à hipótese de que o aprimoramento da base de conhecimento integrada CTPC passaria pela inter-relação entre as duas bases intermediárias CTC e CTP: a nova proposta que surge é a de que um processo de formação conjunta entre professores experientes e licenciandos poderia criar o ambiente favorável para que essas duas diferentes bases de conhecimento (CTC e CTP) interagissem. Como resultado, professores e licenciandos poderiam contruir uma sólida base de conhecimento integrada CTPC.

5. Conclusões

Os professores analisados no presente estudo se mostraram mais confiantes em relação às bases de conhecimento que possuem a componente tecnologia (CT, CTC, CTP e CTPC). As relações entre essas bases apresentaram valores de r maiores do que a relação entre as bases que não possuem esse componente. Entre elas, destacasse o Conhecimento Tecnológico do Conteúdo (CTC), indicando que o professor é capaz de pesquisar com o uso de tecnologias, bem como utilizar recursos multimídia e simuladores para representar o conteúdo de Biologia. Por outro lado, os resultados obtidos indicam que os professores não se percebem como *experts* em Biologia e que a base de Conhecimento do Conteúdo não desempenha influência direta sobre as bases de conhecimento que possuem a componente Tecnológica.

A técnica de análise de caminho empregada neste estudo indica que a base de conhecimento primária CT influencia as bases intermediárias CTP e CTC, que por sua vez influenciam diretamente a base de conhecimento integrada CTPC. Os professores de Biologia se mostraram bem confiantes em relação à base CTC, especialmente, a suas capacidades de usar tecnologias para pesquisar Biologia e utilizar recursos multimídia que veiculam conhecimento biológico. No que tange às relações entre as bases conhecimento CTPC com as variáveis demográficas “idade” e “tempo de magistério”, observaram-se indícios de que essas variáveis possam exercer influência sobre as bases de conhecimento dos professores.

6. Implicações e pesquisa futura

A validação estatística do *TPACK Survey for Meaningful Learning* obtida por Chai et al. (2011) abre perspectivas para a realização de estudos comparativos. Esse instrumento foi adaptado e aplicado em diferentes países asiáticos e no Brasil. No entanto, esses estudos têm focalizado principalmente nos resultados de validação e ou na análise das inter-relações estatísticas entre as bases de conhecimento entre si e outras variáveis sócio demográficas. Tais estudos apresentam pouca preocupação com a análise do conteúdo das assertivas que compõem essas bases de conhecimento, bem como em buscar estabelecer comparações mais gerais entre os diferentes países em que são realizados.

De fato, na maior parte dos estudos realizados desde 2011 quando o instrumento foi validado, o *TPACK Survey for Meaningful Learning* sofreu algum tipo de modificação em suas assertivas. Encontramos apenas cinco artigos que foram considerados apropriados para a discussão comparativa com os resultados obtidos no Brasil. Isso porque somente esses cinco estudos utilizaram a maior parte das assertivas originais validadas inicialmente. São poucos os estudos que permitem comparação entre os diferentes contextos onde a estratégias de formação de professores baseadas no modelo CTPC têm sido realizadas. Outro ponto a se considerar em futuras publicações é a disponibilização dos escores médios obtidos para cada um dos itens que compõem as bases de conhecimento CTPC, uma vez que só encontramos esses valores em um dos cinco estudos já referidos, o que dificulta ainda mais a comparação entre professores de diferentes contextos.

O conteúdo de cada assertiva pode esclarecer pontos específicos relacionados às bases de conhecimento CTPC. No presente estudo, os itens CC2, CT5, CTC2 se mostraram reveladores quanto ao que, exatamente, os professores se mostraram pouco ou bastante confiantes. Assim, se faz necessário a análise de cada assertiva que compõe as bases de conhecimento, uma vez que o respondente de questionários lida diretamente com o conteúdo de cada assertiva.

Um importante ponto identificado no presente estudo diz respeito à especificidade do conteúdo. Certa falta de confiança do professor sobre uma área de conhecimento tão ampla quanto a Biologia, pode influenciar a confiança do

professor em afirmar o quanto sabe ensinar tal conteúdo (CPC) e, além disso, em como ensiná-lo com o uso de tecnologia (CPTC). Como discutido previamente, a forma genérica como as assertivas dos questionários de auto relato foram elaboradas fere a concepção original proposta por Shulman (1986, 1987) sob a qual Mishra e Koehler (2006) fundamentaram o modelo teórico CTPC.

Os resultados obtidos até então com a utilização do *TPACK Survey for Meaningful Learning* permitem discutirmos uma confiança genérica sobre determinado domínio do saber humano. Não é possível inferir se o professor se sente confiante acerca do seu conhecimento sobre tópicos específicos, como proposto por Shulman. Nesse sentido, argumentamos que novos estudos poderiam buscar identificar a percepção que professores possuem acerca de seus conhecimentos sobre tópicos específicos e compará-la com a percepção que esses professores declararam possuir acerca da base de conhecimento do conteúdo genérica.

Se poderia perguntar, por exemplo, se o conhecimento do conteúdo genérico (Biologia) que professores possuem difere do conhecimento de grandes temas da Biologia (Bioquímica, Evolução ou Genética), bem como entre tópicos mais específicos de cada um desses temas (Respiração celular e glicólise anaeróbia, em relação ao tema Bioquímica). Além disso, poderíamos buscar compreender se a especificidade do conteúdo se refletiria nas bases de conhecimento CPC, CTC e CTPC, que possuem o componente conteúdo.

6. Estudo D

Desenvolvimento profissional *online* de professores de Biologia: efeitos sobre a percepção do Conhecimento Tecnológico Pedagógico do Conteúdo

Este estudo apresenta e discute os resultados obtidos com as respostas de 38 professores de Biologia à versão brasileira do questionário *TPACK Survey for Meaningful Learning*, antes e após a participação em um programa de desenvolvimento profissional *online*.

A percepção dos professores acerca de seus conhecimentos CTPC prévios à participação no programa de desenvolvimento profissional foi comparada com a percepção deles mesmos logo após o encerramento do programa, bem como a percepção um ano após o encerramento do programa. Para isso foi utilizado o Teste t de Student. Essa percepção é representada por escores médios relativos às sete bases de conhecimento e a cada uma das 29 assertivas que compõem o questionário *TPACK Survey for Meaningful Learning*.

De forma geral, as comparações entre os resultados dos escores médios obtidos no pré-teste e pós-testes indicam que ocorreu um efeito geral, imediato e duradouro sobre a percepção positiva dos professores em relação à todas as sete bases de conhecimento CTPC. Os resultados obtidos e suas limitações são discutidas à luz de outros estudos empíricos realizados em países asiáticos.

Desenvolvimento profissional online de professores de Biologia: efeitos sobre a percepção do Conhecimento Tecnológico Pedagógico do Conteúdo

Resumo: O objetivo do presente estudo foi verificar os efeitos da participação em um programa de desenvolvimento profissional *online* sobre a percepção de 38 professores de Biologia acerca de suas bases de conhecimento Tecnológico Pedagógico do Conteúdo. Para isso, os professores responderam ao Questionário Conhecimento Tecnológico Pedagógico do Conteúdo, que foi aplicado como instrumento de coleta de dados. A realização dos testes de comparação entre os escores médios obtidos antes e imediatamente após a participação no programa mostrou haver diferenças estatísticas significativas em que todos os pós testes obtiveram escores médios maiores do que os respectivos pre testes. Já os resultados dos escores médios obtidos no pós teste realizado imediatamente ao final do curso não diferem estatisticamente daqueles obtidos em segundo pós teste realizado um ano após o encerramento dos curso. Tomados em conjunto os resultados indicam que a proposta de fomentar um programa de formação de professores focalizado em instrumentalizar o professor para lidar com os conteúdos específicos que ele tem que ensinar em sala de aula, aliados à elaboração de planos de ação e subsequente reflexão acerca da prática docente produziram efeitos positivos e duradouros sobre sua confiança em relação às suas bases de conhecimento.

Palavras chave: Conhecimento Tecnológico Pedagógico do Conteúdo, Ensino de Biologia, Professores de Biologia, Prática docente.

1. Introdução

Diante da constante evolução do conhecimento na sociedade atual, o poder público brasileiro tem incentivado e desenvolvido programas de desenvolvimento profissional de professores como meio pelo qual os professores podem se manter atualizados (Brasil, 2006; Carvalho & Gil-Pérez, 2011; Gatti & Barretto, 2009; Rolando, Salvador, Souza, & Luz, 2014; Salvador, Crapez, Rolando, Rolando, & Magarão, 2010). Este processo de desenvolvimento profissional se dá a partir da formação inicial em nível de graduação, correspondendo ao período de aprendizado dos futuros professores nas escolas de habilitação, bem como no processo de formação de professores já em exercício, por meio de programas

promovidos dentro e fora das escolas, considerando diferentes possibilidades presenciais e a distância (Brasil, 2002).

Estudos têm indicado que a participação em processos de formação, nos quais os professores possam compartilhar suas experiências profissionais é uma importante oportunidade a ser ofertada em programas de desenvolvimento profissional (Bransford, Brown, & Cocking, 2000; Darling-Hammond & Bransford, 2005; Rolando et al., 2014; Shulman & Shulman, 2004; Villani, Almeida Pacca, & Freitas, 2009). A partir dessa perspectiva, a utilização de programas de desenvolvimento profissional *online*, incluindo cursos, atividades e interações *online* com tutores e colegas (National Research Council, 2007; Treacy, Kleiman, & Peterson, 2002), especialmente promovendo a colaboração entre professores (Park, Oliver, Johnson, Graham, & Oppong, 2007; Rolando et al., 2014; Salvador, Rolando, & Rolando, 2012) forneceria oportunidades de aprendizagem que, de certa forma, poderiam suprir as necessidades de desenvolvimento desses profissionais, uma vez que este tipo de programa tem como vantagem a flexibilidade que a *Internet* pode oferecer, dando aos professores oportunidades de se manterem atualizados, na medida em que podem acessá-lo à sua conveniência de condições de tempo e espaço (Dede, Jass Ketelhut, Whitehouse, Breit, & McCloskey, 2008).

Programas de desenvolvimento profissional *online* são providos por meio de tecnologias eletrônicas, e cada vez mais se referem a experiências interativas baseadas na *web*, combinando texto, vídeo e som (*National Research Council*, 2007). Na maior parte das vezes é assíncrono, em que os participantes não têm que estar envolvidos em uma atividade no mesmo momento, possibilitando um maior tempo para a reflexão acerca das questões propostas, perguntas e ou respostas antes de interagir com os tutores ou pares (National Research Council, 2007). Dessa forma, os potenciais benefícios de um programa de desenvolvimento profissional *online* são: a flexibilidade e versatilidade; o potencial de estabelecimento de comunidades de professores; e a possibilidade de que os professores se tornem mais diretamente envolvidos em sua própria aprendizagem e crescimento profissional (Brown & Neal, 2013; *National Research Council*, 2007).

No que tange ao foco de um programa de desenvolvimento profissional para professores, Bransford et al. (2000) afirmam que o caminho a ser construído por

pesquisadores, gestores de programas de desenvolvimento profissional e pelos próprios professores deve ser guiado por uma busca permanente da melhoria do ensino, estimulando a pesquisa e a implementação de novas tecnologias de forma contextualizada ao cotidiano escolar e, sobretudo, pela reflexão sobre a ação pedagógica realizada. Assim, a troca de experiências e a contextualização do conhecimento compartilhado nas atividades de desenvolvimento profissional deveriam estar relacionadas ao dia a dia do exercício profissional, em um contínuo processo de ação-reflexão-ação (Alarcão, 2011; Bonzanini & Bastos, 2009; Schon, 1983).

Em sua rotina diária professores vivenciam situações complexas, e para conduzi-las, precisam de um conjunto de conhecimentos que sustente seus processos de tomada de decisão para a atuação efetiva em situações específicas de ensino e aprendizagem (Mishra & Koehler, 2006; Shulman, 1986, 1987). Entre estes conhecimentos se encontram aqueles relacionados à integração de tecnologias da informação e comunicação (TICs) no ensino, especialmente as ferramentas da *Internet*, que constituem um conjunto recentemente novo para os atuais professores, que em sua maioria não podem ser considerados nativos digitais - crianças e adolescentes que não conheceram um mundo sem internet (Prensky, 2001).

De fato, embora nos últimos anos instituições internacionais (BECTA, 2003; Crook, 2008; ISTE, 2008; UNESCO, 2008, 2011a, 2011b) e nacionais (Brasil, 2014; CONAE, 2010; Fidalgo-Neto et al., 2009) venham identificando a importância da integração das TICs no contexto educacional, parece haver uma lacuna em relação à sua utilização na prática docente, uma vez que essas ferramentas permanecem à margem das salas de aula na educação básica no Brasil (Couto & Filho, 2014). Alguns estudos recentes sugerem que a utilização das TICs pelos professores está frequentemente limitada à preparação de textos para as aulas, download de recursos, comunicação pessoal por e-mail e socialização com amigos e parentes (Rolando, Salvador, & Luz, 2013; Rolando, Vasconcellos, Moreno, Salvador, & Luz, 2015). Poucos são os professores que utilizam essas ferramentas na prática docente (Rolando et al., 2013).

1.1. O modelo teórico Conhecimento Tecnológico, Pedagógico do Conteúdo

Segundo a formulação teórica esboçada por Shulman (1987), ocorreria na mente dos professores experientes uma integração entre os conhecimentos pedagógicos e os conteúdos específicos a serem ensinados. A partir de experiências de formação de professores para a integração de tecnologia no ensino, Mishra & Koehler (2006) propuseram o modelo teórico denominado *Technological Pedagogical Content Knowledge* – TPACK (Conhecimento Tecnológico Pedagógico de Conteúdo – CTPC), que adiciona a componente de Tecnologia ao modelo de Shulman (1987). O modelo teórico CTPC pode ser visualizado esquematicamente a partir da figura 1, que apresenta as três bases de conhecimento primárias (conteúdo [C], pedagogia [P] e tecnologia [T]) e suas conexões, resultando em três novas bases de conhecimento, além do conhecimento pedagógico do conteúdo proposto por Shulman. Ao todo, estas sete bases de conhecimento CTPC definem um conjunto de conhecimentos que os professores necessitariam para uma efetiva integração de tecnologias no ensino, as quais são caracterizadas por Koh, Chai e Tsai (2012) como a seguir:

- Conhecimento Tecnológico (CT): Conhecimento acerca das ferramentas tecnológicas.
- Conhecimento Pedagógico (CP): Conhecimento dos métodos de ensino.
- Conhecimento do Conteúdo (CC): Conhecimento do conteúdo a ser ensinado.
- Conhecimento Tecnológico do Conteúdo (CTC): Conhecimento de como representar o conteúdo com o uso de tecnologia.
- Conhecimento Tecnológico Pedagógico (CTP): Conhecimento do uso de tecnologia para implementar diferentes métodos de ensino.
- Conhecimento Pedagógico do Conteúdo (CPC): Conhecimento dos métodos de ensino relacionados ao conteúdo a ser ensinado.
- Conhecimento Tecnológico Pedagógico do Conteúdo (CTPC): Conhecimento do uso de tecnologia para implementar métodos de ensino para diferentes conteúdos a serem ensinados.

Shulman propôs que tópicos específicos de ensino poderiam ser representados por meio de analogias, ilustrações, exemplos, explicações e demonstrações de modo a tornar um conteúdo mais compreensível para os alunos. Mishra e Koehler (2006) alegaram que as novas tecnologias poderiam desempenhar um papel importante em cada um desses aspectos. Estas tecnologias teriam o potencial de mudar a natureza da sala de aula, na medida em que proporcionariam uma série de possibilidades de representações e demonstrações que poderiam ajudar a tornar o conteúdo mais acessível para o aluno (Mishra & Koehler, 2006).

Desse ponto de vista, não há uma solução tecnológica única que se aplique a todos os professores, cursos, ou métodos pedagógicos. A qualidade no ensino requer o desenvolvimento de uma compreensão matizada do complexo de relações entre tecnologia, conteúdo e pedagogia. Ela depende ainda de saber utilizar essa compreensão para desenvolver estratégias e representações apropriadas, específicas ao contexto em questão (Koehler, Mishra, & Cain, 2013; Mishra & Koehler, 2006).

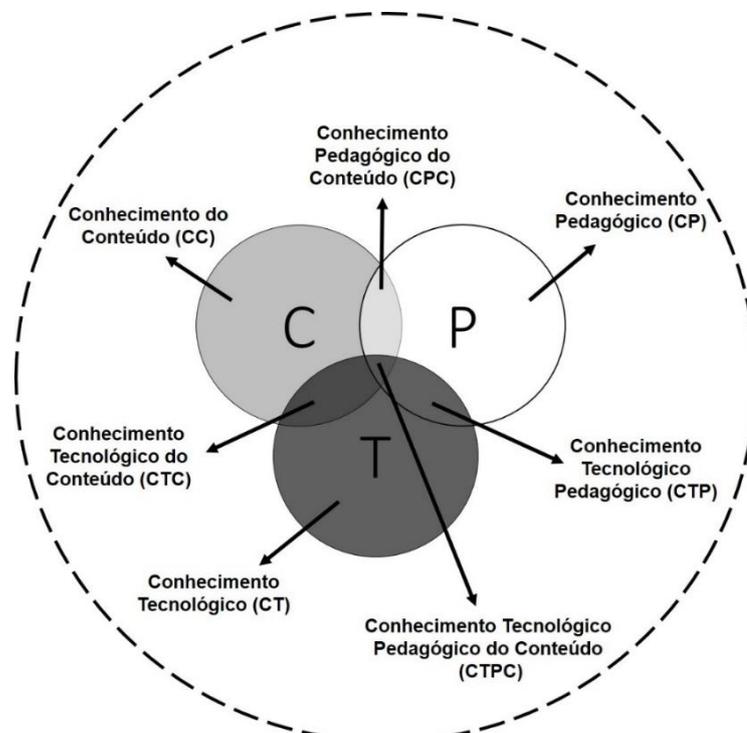


Figura 1: Modelo teórico CTPC

A partir das premissas estabelecidas no modelo teórico CTPC, pressupõe-se que ao apoiar-se no tripé conteúdo, pedagogia e tecnologia, programas de desenvolvimento profissional *online* poderiam promover ricos ambientes de formação. Tais programas teriam como objetivo impactar positivamente o conhecimento de professores acerca da integração de TICs na prática docente. No entanto, recente revisão sistemática de literatura, ao analisar a produção acadêmica acerca do modelo CTPC no contexto Lusófono, identificou que nenhum dos 60 artigos encontrados lidava diretamente com a avaliação da percepção dos professores acerca de suas bases conhecimento CTPC (Rolando, Luz, & Salvador, 2015). Além disso, nenhum artigo se propunha a analisar estratégias de desenvolvimento profissional de professores visando o aprimoramento das bases de conhecimento envolvidas no modelo CTPC. De forma geral, esses estudos investigavam os usos que os professores faziam da tecnologia, sem, de fato, realizar um uso metodológico do modelo CTPC em suas pesquisas (Rolando et al., 2015). Ou seja, a possibilidade de avaliar a percepção de professores acerca de suas bases de conhecimento CTPC a partir da participação em programas de desenvolvimento profissional parece ser o limiar da pesquisa atual.

O objetivo do presente estudo foi analisar a percepção de professores de Biologia acerca de suas bases de conhecimento relacionadas à tecnologia, pedagogia e biologia após a participação em um programa de desenvolvimento profissional.

2. Metodologia

2.1. Contexto do estudo:

O Centro de Ciências e Educação Superior a Distância do Estado do Rio de Janeiro – Fundação Cecierj, órgão da Secretaria de Estado de Ciência, Tecnologia e Inovação – Secti, desenvolve atividades de ensino e divulgação científica no Estado do Rio de Janeiro. Através da tríade, cursos de graduação, extensão e divulgação científica, a Fundação Cecierj propõe que o investimento na formação de profissionais competentes e autônomos é o caminho mais seguro e eficaz para a melhoria do Sistema Público de Educação Básica do Estado.

Na última década, a Fundação Cecierj tem mantido programas de extensão em várias áreas do conhecimento, oferecendo ações de desenvolvimento

profissional aos professores da educação básica no Estado do Rio de Janeiro. A produção e gestão das atividades a distância são centralizadas em sua sede, com o apoio de tecnologias da informação e comunicação (TICs), em especial da Internet.

No ano de 2012 foi firmada parceria entre a Fundação Cecierj e Secretária de Educação do Estado do Rio de Janeiro (Seeduc), a fim de oferecer um programa de desenvolvimento profissional para os professores da rede estadual de ensino do Rio de Janeiro. Em razão da implementação do Currículo Mínimo nas escolas da rede estadual (Secretaria de Estado de Educação do Rio de Janeiro, 2012), a Seeduc e a Fundação Cecierj elaboraram um projeto que contemplava o preenchimento de lacunas do conhecimento e a capacitação do professor para o uso desse currículo mediante diferentes ações – entre elas a elaboração de planos de ação que buscassem cada vez mais a autonomia autoral do professor.

2.2. O Programa de Desenvolvimento Profissional *Online*

O programa oferecido pela Fundação Cecierj/Seeduc se caracteriza como um curso de aperfeiçoamento realizado na modalidade de Educação a Distância, veiculado por meio da internet. O curso em análise no presente estudo foi desenvolvido durante o primeiro bimestre do ano letivo de 2015, acompanhado o calendário escolar que seguia o conteúdo programático preestabelecido pelo currículo mínimo do estado do Rio de Janeiro.

O curso foi estruturado e disponibilizado aos participantes em um ambiente virtual de aprendizagem (AVA) construído na plataforma educacional *online Moodle (Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment)*. No AVA ocorreu a distribuição do material didático, a realização e entrega de atividades online, bem como a interação entre os cursistas e tutores responsáveis pela condução das atividades online.

Para um relacionamento mais interativo e pessoal com o cursista, se utilizou o sistema de tutoria a distância. Nesse sistema cada tutor atendeu cerca de 15 cursistas durante todo o período do curso. O tutor foi responsável por orientar os cursistas em suas dúvidas e avaliar as atividades a distância (ADs). Tais avaliações se baseavam em comentários que levassem o cursista a analisar e refletir acerca dos conceitos abordados no curso. Coube aos tutores também orientar os cursistas

na elaboração de seu plano de ação a ser executado na prática docente. O foco da tutoria foi a criação de um relacionamento com os cursistas que diminuísse os efeitos impostos pela distância geográfica e temporal. A equipe de tutores foi supervisionada pela equipe de docentes responsável pelo programa - professores de Biologia com titulação de doutorado e experiência na formação de professores.

A dinâmica empregada no curso buscou estabelecer um claro paralelo entre os tópicos propostos no currículo mínimo e o ensino em sala de aula. O curso foi composto por duas etapas: i) planejamento; e ii) implementação e avaliação.

A etapa de planejamento teve duração de três semanas, nas quais o cursista tomou conhecimento do material didático (conjunto de textos, roteiros de ação e objetos de aprendizagem direcionados ao ensino de tópicos específicos da Biologia), participou de dois fóruns de discussão temáticos e elaborou um plano de ação relacionado a um dos tópicos abordados no curso: Biodiversidade, Classificação dos seres vivos, Hereditariedade, DNA e RNA, Evolução.

O plano de ação trata-se de um roteiro didático elaborado pelo professor cursista e aplicado em sua sala de aula na educação básica. O Plano de ação é organizado em torno dos conteúdos previstos pelo currículo mínimo para o bimestre letivo em vigência. Esse plano continha o número de aulas (tempos), a forma pela qual os tópicos de ensino seriam trabalhados com os alunos, as atividades de ensino e aprendizagem, o material e os recursos didáticos a serem utilizados. O plano de ação tinha por objetivo organizar previamente a atuação do professor cursista em sua sala de aula durante a etapa de implementação/avaliação. Ao mesmo tempo em que o cursista elaborou seu plano de ação, ele também participou dos fóruns online de discussão. Nesses fóruns, os cursistas, juntamente com a equipe de tutores, discutiram sobre as temáticas específicas do currículo mínimo abordadas no curso, especialmente, como ensiná-las.

A etapa de implementação e avaliação teve duração de duas semanas. Durante essa etapa o cursista participava do fórum de discussão *online* de implementação enquanto executava o plano de ação. O objetivo deste segundo fórum foi discutir e compartilhar com os pares e tutores o andamento do processo de implementação do plano de ação. Nessa etapa, o processo de avaliação se deu de forma coletiva: os cursistas expunham os pontos positivos e negativos

relacionados às escolhas feitas em seus planos de ação, além de expor as dificuldades e sucessos no processo de sua execução.

2.3. Participantes

Os participantes do presente estudo foram 38 professores de Biologia da rede estadual de educação do Estado do Rio de Janeiro. Esses professores participaram do programa oferecido pela Fundação Cecierj/Seeduc no ano de 2015 e responderam ao instrumento de coleta de dados (ver a seguir). Todos os professores atuavam em sala de aula no momento da realização da pesquisa, lecionando Biologia na modalidade Nova EJA (ensino médio para alunos com 18 anos ou mais).

2.4. Instrumento de coleta de dados:

Para a coleta dos dados analisados no presente estudo foi utilizado o Questionário Conhecimento Tecnológico Pedagógico do Conteúdo (QCTPC) (Apêndice 1). Esse instrumento foi traduzido, adaptado e validado para a língua portuguesa (Estudo B desta tese), a partir da versão original elaborada e validada por Koh et al. (2012).

O QCTPC contém 28 assertivas em formato de escala de Likert de sete pontos (discordo fortemente, discordo, discordo levemente, não concordo nem discordo, concordo levemente, concordo, concordo fortemente). O objetivo do instrumento é aferir a percepção de professores sobre seu domínio CTPC para as sete bases de conhecimento previstas no modelo teórico CTPC.

O QCTPC de pré-teste foi aplicado no início do curso e o QCTPC de pós-teste foi aplicado imediatamente após o encerramento do curso. Foram obtidas 38 respostas pareadas. Um ano após o encerramento do curso, um convite foi realizado para que esses 38 respondentes respondessem a um segundo pós-teste. Ao todo, 19 cursistas responderam o segundo pós-teste (taxa de resposta de 50%).

2.5. Análise de dados

Foi utilizado o Teste t de Student (software GraphPad Prism v.5) para fins de comparação entre os escores médios obtidos com as respostas ao QCTPC, para cada uma das sete bases de conhecimento CTPC.

3. Resultados

A figura 2 apresenta os resultados dos escores médios para cada uma das sete bases de conhecimento CTPC obtidos antes do início do curso (pré-teste) e imediatamente após o seu término (pós-teste). Os escores médios de todos os pós-testes foram significativamente maiores do que os pré-testes. Esse conjunto de dados indica que, em média, os professores se perceberam mais confiantes em relação às suas bases de conhecimento CTPC após participar do programa de desenvolvimento profissional online.

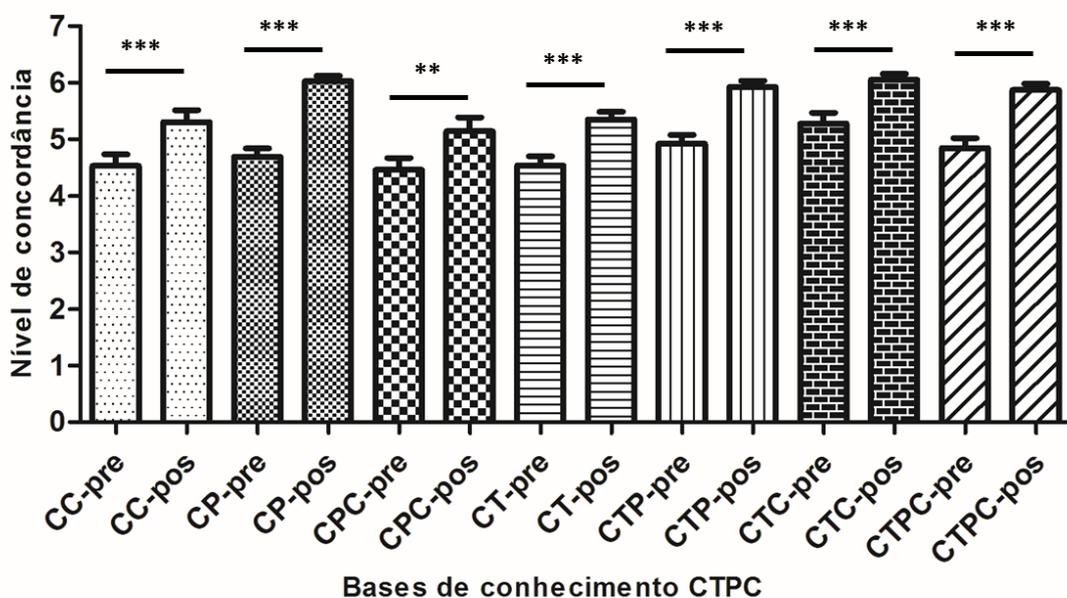


Figura 2. Comparação entre pré e pós teste QCTPC. Percepção dos professores acerca de suas bases de conhecimento (n=38, *** p<0,0001, ** p<0,001, t Student Paired).

A figura 3 apresenta os escores médios para cada uma das sete bases de conhecimento CTPC, obtidos no pré-teste, no pós-teste e segundo pós-teste dos 19 respondentes que realizaram as três aferições. A comparação entre os escores médios obtidos no primeiro pós-teste com os do segundo pós teste mostrou não haver diferença estatística significativa em qualquer um dos casos. Ou seja, as variações entre os escores médios foram mínimas e possivelmente não representaram uma mudança na percepção dos respondentes acerca de suas bases de conhecimento CTPC. Esses achados indicam que, um ano após o

encerramento do curso os professores permaneciam mais confiantes em relação às suas bases de conhecimento CTPC.

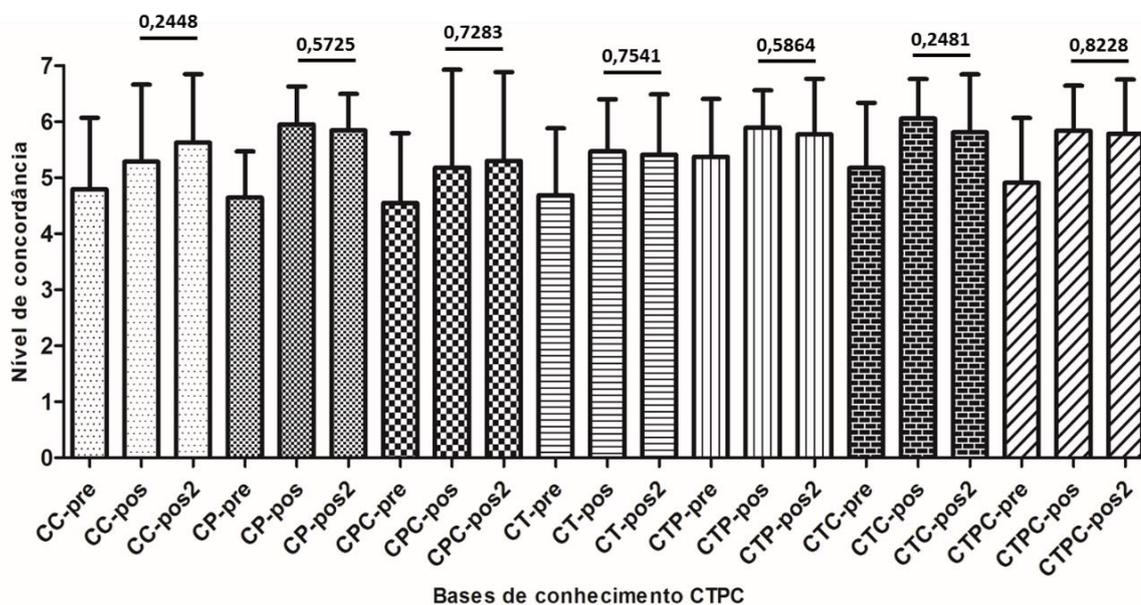


Figura 3. Comparação entre os escores médios pós testes QCTPC. Percepção dos professores acerca de suas bases de conhecimento (n=19, t Student Paired).

Na tabela 1 é apresentado um sumário contendo os detalhes dos resultados de comparação estatística entre os escores médios obtidos antes do início do curso (pré-teste) e os escores médios obtidos no primeiro pós-teste, bem como a comparação estatística entre os escores médios obtidos no pré-teste e os escores médios obtidos no segundo pós-teste dos 19 respondentes que realizaram as três aferições. À exceção de duas comparações, CC-pre versus CC-pos, e CTP-pre versus CTP-pos2, em todas as demais comparações foram encontradas diferenças estatísticas significativas, indicando que, de forma geral, os professores se perceberam mais confiantes em relação às suas bases de conhecimento CTPC, após participar do programa de desenvolvimento profissional *online*, mesmo decorrido um (01) ano após esta participação ter ocorrido.

Tabela 1. Sumário dos resultados de comparação entre pré-teste, primeiro pós-teste e segundo pós-teste QCTPC. Percepção dos professores acerca de suas bases de conhecimento (n=19, t Student Paired. Two-tailed. Number of pairs 19. *p<0,05. **p<0,01. ***p<0,001).

Paired t test	P value	P value summary	Are means signif. different? (P < 0.05)	t, df	How big is the difference?			How effective was the pairing?			
					Mean of differences	95% confidence interval	R squared	Correlation coefficient (r)	P Value (one tailed)	P value summary	Was the pairing significantly effective?
CC-pre vs CC-pos	0,0522	ns	No	t=2.079 df=18	-0,4895	-0.9841 to 0.005188	0,1936	0,7020	0,0004	***	Yes
CC-pre vs CC-pos2	0,0107	*	Yes	t=2.849 df=18	-0,8263	-1.436 to -0.2169	0,3107	0,4882	0,0170	*	Yes
CC-pos vs CC-pos2	0,2448	ns	No	t=1.202 df=18	-0,3368	-0.9255 to 0.2518	0,07434	0,5634	0,0060	**	Yes
CP-pre vs CP-pos	P<0.0001	***	Yes	t=6.698 df=18	-1,305	-1.715 to -0.8958	0,7136	0,3736	0,0576	ns	No
CP-pre vs CP-pos2	P<0.0001	***	Yes	t=5.302 df=18	-1,200	-1.676 to -0.7245	0,6096	0,1207	0,3112	ns	No
CP-pos vs CP-pos2	0,5725	ns	No	t=0.5748 df=18	0,1053	-0.2795 to 0.4900	0,01802	0,2813	0,1217	ns	No
CPC-pre vs CPC-pos	0,0480	*	Yes	t=2.122 df=18	-0,6316	-1.257 to -0.006202	0,2001	0,6695	0,0009	***	Yes
CPC-pre vs CPC-pos2	0,0211	*	Yes	t=2.526 df=18	-0,7474	-1.369 to -0.1259	0,2618	0,6100	0,0028	**	Yes
CPC-pos vs CPC-pos2	0,7283	ns	No	t=0.3529 df=18	-0,1158	-0.8052 to 0.5736	0,006870	0,6353	0,0017	**	Yes
CT-pre vs CT-pos	0,0005	***	Yes	t=4.250 df=18	-0,7842	-1.172 to -0.3965	0,5008	0,7414	0,0001	***	Yes
CT-pre vs CT-pos2	0,0062	**	Yes	t=3.099 df=18	-0,7211	-1.210 to -0.2322	0,3480	0,6069	0,0029	**	Yes
CT-pos vs CT-pos2	0,7541	ns	No	t=0.3181 df=18	0,06316	-0.3540 to 0.4803	0,005589	0,6370	0,0017	**	Yes
CTP-pre vs CTP-pos	0,0154	*	Yes	t=2.677 df=18	-0,5263	-0.9393 to -0.1133	0,2848	0,5640	0,0059	**	Yes
CTP-pre vs CTP-pos2	0,2171	ns	No	t=1.279 df=18	-0,4000	-1.057 to 0.2570	0,08333	0,09828	0,3445	ns	No
CTP-pos vs CTP-pos2	0,5864	ns	No	t=0.5540 df=18	0,1263	-0.3527 to 0.6053	0,01677	0,3354	0,0802	ns	No
CTC-pre vs CTC-pos	P<0.0001	***	Yes	t=5.338 df=18	-0,8789	-1.225 to -0.5330	0,6129	0,8117	P<0.0001	***	Yes
CTC-pre vs CTC-pos2	0,0257	*	Yes	t=2.431 df=18	-0,6316	-1.177 to -0.08577	0,2472	0,4731	0,0204	*	Yes
CTC-pos vs CTC-pos2	0,2481	ns	No	t=1.194 df=18	0,2474	-0.1880 to 0.6828	0,07335	0,5159	0,0119	*	Yes
CTPC-pre vs CTPC-pos	0,0001	***	Yes	t=4.869 df=18	-0,9316	-1.334 to -0.5296	0,5684	0,6936	0,0005	***	Yes
CTPC-pre vs CTPC-pos2	0,0063	**	Yes	t=3.090 df=18	-0,8789	-1.477 to -0.2813	0,3466	0,3281	0,0851	ns	No
CTPC-pos vs CTPC-pos2	0,8228	ns	No	t=0.2272 df=18	0,05263	-0.4340 to 0.5393	0,002860	0,3595	0,0653	ns	No

4. Discussão

A formação dos professores em exercício passa pela oferta de oportunidades de desenvolvimento profissional baseadas em um processo de atualização em relação às novas tecnologias, discussões conceituais focalizadas na matéria a ser ensinada, em uma busca por reflexão da ação pedagógica visando a melhoria do ensino (Bransford et al., 2000; Carvalho & Gil-Pérez, 2011; Darling-Hammond & Bransford, 2005). Ela deve considerar ainda oportunidades de possibilidades de trocas de experiências entre professores (Park et al., 2007; Rolando et al., 2014). A metodologia apresentada no presente estudo visou investigar se a proposta de fomentar um curso *online* produziria alguma mudança sobre sua percepção em relação às suas bases de conhecimento CTPC. Essa expectativa de mudança se justificava porque o curso era estruturado para instrumentalizar pedagogicamente o professor de Biologia para lidar com as temáticas propostas no currículo mínimo. Ou seja, aquilo que é requerido do professor ensinar em sala de aula, utilizando para isso a elaboração de um plano de ação e a subsequente reflexão acerca da prática docente realizada.

A comparação entre os resultados dos escores médios do pré-teste e pós-teste imediato indicou que o efeito geral da participação no curso foi a ampliação da percepção positiva dos professores em relação à todas as sete bases de conhecimento CTPC. Mais que isso, ao verificarmos a percepção de uma amostra desses professores um ano após o término do curso identificou-se que os efeitos de ampliação dos escores permaneciam.

Alguns estudos realizados no contexto asiático obtiveram resultados semelhantes aos apresentados aqui. Em Singapura, 343 professores em formação participaram de um curso de 12 semanas focalizado em prepará-los para integrar TICs no ensino (Chai, Koh, Tsai, & Tan, 2011). A comparação entre os escores médios obtidos no pré e pós-teste imediato apresentou o aumento da confiança dos professores em relação às suas bases de conhecimento CC, CT, CTP e CTPC (Chai, Koh, Tsai, & Tan, 2011). Os fundamentos teóricos daquele curso podem ser considerados semelhantes aos do programa de desenvolvimento profissional no presente estudo. Segundo os autores o crescimento da percepção dos professores em relação à base de conhecimento CTPC indica que eles estavam mais

preparados para integrar TICs no ensino após a participação no curso (Chai, Koh, Tsai, & Tan, 2011).

Em outro estudo também realizado em Singapura, 102 professores em exercício participaram de um curso de desenvolvimento profissional focalizado na construção de planos de aula que integrassem TICs no ensino (Koh & Tan, 2014). A comparação entre os escores médios obtidos no pré e pós-teste imediato indicou o aumento da confiança dos professores em relação às suas bases de conhecimento CT, CTP, CTC e CTPC, ou seja, todas as bases de conhecimento relacionadas à componente Tecnologia (Koh & Tan, 2014). Segundo os autores, esses achados sugerem que o envolvimento na elaboração de atividades didáticas que integrem TICs no ensino tem um impacto positivo sobre a percepção dos professores em relação às suas bases de conhecimento (Koh & Tan, 2014).

Tomando esses resultados em conjunto podemos especular que a participação em programa de desenvolvimento profissional foi a única variável conhecida possível que poderia causar um aumento geral na confiança dos professores acerca de suas bases de conhecimento. Ou seja, os fundamentos sobre os quais o programa de desenvolvimento profissional foi estabelecido parecem ser adequados à promoção da ampliação duradoura da confiança do professor acerca de suas bases de conhecimento, especialmente aquelas relacionadas à integração de TICs no ensino.

5. Considerações finais e limitações do estudo

Os resultados apresentados no presente estudo sugerem que a utilização de um programa de desenvolvimento profissional *online* para professores de Biologia baseado em discussões da matéria a ser ensinada, na criação e aplicação de estratégias de ensino e na reflexão sobre a prática pedagógica promoveu o aumento da percepção dos professores em relação às suas bases de conhecimento previstas no modelo teórico CTPC.

De forma geral, as comparações entre os resultados dos escores médios obtidos no pré-teste e pós-testes indicam que ocorreu um efeito geral, imediato e duradouro sobre a percepção positiva dos professores em relação à todas as sete bases de conhecimento CTPC. Embora esses resultados de aumento da percepção imediata e retenção a longo prazo sobre as bases de conhecimento CTPC

concordem entre si, cabe destacar que, ao verificarmos os escores médios obtidos no pré-teste e compararmos com os obtidos nos pós-testes imediato e um após o encerramento do programa dos 19 professores que responderam o segundo pós-teste, não foram encontradas diferenças estatísticas significativas entre a base de conhecimento CC-pre e a base de conhecimento CC-pos imediata, bem como entre a base de conhecimento CTP-pre e a base de conhecimento CTP-pos 1 ano.

No primeiro caso, o valor de p obtido para o Teste t pareado foi de 0,0522, valor muito próximo do nível crítico de 0,05, que em estatística pode ser considerado *approach significance*, o que nos leva à hipótese de que um maior número de professores respondentes poderia resultar em um valor de $p < 0,05$. Corroborando essa hipótese, a comparação entre a base de conhecimento CC-pre e a base de conhecimento CC-pos 1 ano indicou haver diferença estatística significativa. Assim, podemos especular que esse primeiro caso pode estar relacionado ao tamanho reduzido da amostra, uma vez que a comparação entre a base de conhecimento CC-pre e CC-pos imediata dos 38 professores respondentes foi significativa com valor do nível crítico de $p < 0,0001$.

Já no segundo caso, embora tenha ocorrido inicialmente uma ampliação da confiança dos professores em relação ao seu conhecimento tecnológico pedagógico (CTP), essa ampliação não foi mantida após um ano. Nesta comparação, o valor de p ficou bem acima do valor crítico de 0,05, algo que dificulta qualquer especulação do ponto de vista estatístico.

Uma possível explicação para esse resultado pode estar relacionada ao fato de esta base de conhecimento não estar relacionada ao conhecimento biológico (CC). Ou seja, uma vez que o programa de desenvolvimento profissional foi fortemente atrelado aos temas da Biologia, a base de conhecimento CTP, que lida com possíveis tecnologias que apoiem processo pedagógicos sem enfatizar uma temática do currículo mínimo abordada no curso, pode não fazer muito sentido para o professor que está em exercício em sala de aula, especialmente, após ter decorrido bastante tempo do fim do programa de desenvolvimento profissional que ele havia participado.

Uma outra limitação do presente estudo está relacionada à falta de controle sobre possíveis variáveis intervenientes no aumento da percepção dos professores

em relação às suas bases de conhecimento, uma vez que somente responderam aos questionários pré e pós-testes os professores que participaram do curso. No entanto, devemos considerar que o tempo decorrido entre pré-teste e o primeiro pós-teste foi relativamente curto. Nos parece improvável, portanto, que as numerosas diferenças observadas em todas as bases nesse período teriam ocorrido com um grupo de professores durante suas vivências diárias, sem qualquer tipo de intervenção. Ainda assim, novos estudos devem ser realizados, no sentido de corroborar ou não esses achados.

Por fim, acreditamos que os resultados aqui expressos podem ser considerados um marco na pesquisa fundamentada no modelo teórico CTPC, no contexto brasileiro. A utilização de programa de desenvolvimento profissional *online* similares poderia ser testada com professores de outras áreas do conhecimento, disciplinas da educação básica como Física, Química, Matemática, Letras, História e Geografia, a fim de podermos generalizar ou não a confiança nos fundamentos gerais sob os quais o programa específico para professores de Biologia foi estabelecido.

Apêndice 1. Questionário Conhecimento Tecnológico Pedagógico do Conteúdo Conhecimento do Conteúdo:

1- CC1 – Eu possuo conhecimento suficiente sobre Biologia.

2- CC2 – Eu consigo pensar sobre os conteúdos de Biologia como um expert no assunto.

3- CC3 – Eu sou capaz de compreender profundamente os conteúdos de Biologia.

Conhecimento Pedagógico:

4- CP1 – Eu sou capaz de expandir a capacidade de pensar dos meus alunos criando tarefas desafiadoras para eles.

5- CP2 – Eu sou capaz de orientar meus alunos a adotar estratégias de aprendizagem apropriadas.

6- CP3 – Eu sou capaz de ajudar meus alunos a monitorar sua própria aprendizagem.

7- CP4 – Eu sou capaz de ajudar meus alunos a refletir sobre suas estratégias de aprendizagem.

8- CP5 – Eu sou capaz de orientar meus alunos a discutir efetivamente durante trabalhos em grupo.

Conhecimento Pedagógico do Conteúdo:

9- CPC1 – Sem utilizar tecnologia, eu consigo lidar com os erros conceituais mais comuns que meus alunos possuem em Biologia.

10- CPC2 – Sem utilizar tecnologia, eu sei como selecionar abordagens de ensino efetivas para orientar o pensamento e a aprendizagem dos alunos em Biologia.

11- CPC3 – Sem utilizar tecnologia, eu consigo, de formas variadas, ajudar meus alunos a compreender o conhecimento biológico.

Conhecimento Tecnológico:

12- CT1 – Eu possuo habilidades técnicas para utilizar computadores efetivamente.

13- CT2 – Eu consigo aprender tecnologia facilmente.

14- CT3 – Eu sei resolver meus próprios problemas técnicos quando lido com tecnologia.

15- CT4 – Eu me mantenho atualizado sobre tecnologias novas e importantes.

16- CT5 – Eu sou capaz de criar páginas web (sites) na internet.

17- CT6 – Eu sou capaz de utilizar mídias sociais (por exemplo, Blog, Wiki, Facebook).

Conhecimento Tecnológico Pedagógico:

18- CTP1 – Eu sou capaz de usar a tecnologia para introduzir meus alunos em situações do mundo real

19- CTP2 – Eu sou capaz de ajudar meus alunos a utilizar tecnologia para encontrar mais informações por conta própria.

20- CTP3 – Eu sou capaz de ajudar meus alunos a utilizar tecnologia para planejar e monitorar sua própria aprendizagem.

21- CTP4 – Eu sou capaz de ajudar meus alunos a utilizar tecnologia para construir diferentes formas de representação do conhecimento (texto, gráfico, tabela, imagem, vídeo, história em quadrinhos, etc.)

22- CTP5 – Eu sou capaz de ajudar meus alunos a colaborar entre si utilizando tecnologia.

Conhecimento Tecnológico do Conteúdo:

23- CTC1 – Eu consigo usar programas de computador especificamente criados para Biologia (armazenadores de dados, Enciclopédia Multimídia Seres Vivos®, Corpo humano e sistemas P3D, entre outros).

24- CTC2 – Eu sou capaz de usar tecnologias para pesquisar sobre Biologia.

25- CTC3 – Eu consigo utilizar tecnologias apropriadas (por exemplo, recursos multimídia, simuladores) para representar o conteúdo de Biologia.

Conhecimento Tecnológico Pedagógico do Conteúdo:

26- CTPC1 – Eu sei como dar aulas que combinem de forma efetiva o conteúdo de Biologia, tecnologias e abordagens de ensino.

27- CTPC2 – Eu consigo selecionar tecnologias para usar em minha sala de aula a fim de enriquecer o que eu ensino, como eu ensino e o que os alunos aprendem.

28- CTPC4 – Eu sei atuar como líder ajudando pessoas das escolas em que trabalho a coordenar o uso de conteúdo de Biologia, tecnologias e abordagens de ensino.

7. Considerações finais

Impulsionada pela difusão e massificação das tecnologias da informação e comunicação (TICs), a criação, distribuição, uso e manipulação da informação tornou-se importante atividade econômica, política e cultural no século 21 (Castells, 1996; UNESCO, 2005). Nesse contexto, a despeito do fato de que o conhecimento esteja cada vez mais disponível (Meis & Fonseca, 1992; UNESCO, 2005), torna-se difícil para crianças e adolescentes lidar com tamanho volume de informações e relacionar adequadamente tais informações com seus contextos específicos de vida.

A constante busca por conhecer o mundo natural e responder questões suscitadas a cada observação mais atenta dos cientistas tem possibilitado o avanço da ciência e sua conseqüente diversificação e ramificação em inúmeras áreas, levando a uma explosão no volume de informações disponíveis em nossos dias (Meis & Fonseca, 1992; UNESCO, 2005). Este processo de produção em massa de informação tornou praticamente impossível para qualquer pessoa se manter atualizada com as várias áreas do saber humano. Esse fenômeno, por sua vez, leva a uma crescente especialização e divisão da ciência em áreas e subáreas, criando o que hoje conhecemos como especialistas - profissionais que possuem conhecimentos extremamente aprofundados sobre um determinado assunto. Esse é um ponto importante ao se pensar a questão do professor, em especial, o de ciências, sua formação e seu papel no século XXI.

Ao mesmo tempo em que é importante e necessária, a constante evolução da ciência e sua conseqüente superespecialização acabam por criar uma visão restrita e fragmentada do conhecimento. Essa visão tem se refletido no processo educacional, à medida que exige de os professores dar conta de uma grande quantidade de temas, conceitos e questões, para muitas das quais eles não receberam a devida formação. Alia-se a isso a ausência das condições estruturais essenciais para o exercício da profissão. Na prática, os professores vivenciam situações complexas, que envolvem diferentes variáveis relacionadas ao exercício da profissão, o que dificulta sua tarefa de ensinar as gerações mais novas. É neste ponto que se supõe que o processo de formação continuada, ou mesmo permanente, ao longo da vida profissional poderia contribuir. Ele permitiria que os professores se mantivessem atualizados não só com a ciência, mas com a

pedagogia, a tecnologia e as inter-relações entre esses três elementos. Essa perspectiva se coaduna com a crescente importância dada pelas políticas públicas ao trabalho de atualização de professores de ciências e Biologia, que fomentam a realização de programas de desenvolvimento profissional, como meio pelo qual os professores podem se manter atualizados face à constante evolução do conhecimento na sociedade atual.

O professor de ciências biológicas que atua na educação básica possui papel fundamental na missão de aproximar as novas gerações da estrutura do conhecimento científico e de seu potencial explicativo e transformador (Delizoicov, Angotti, & Pernambuco, 2002) ao ensinar, orientar e mediar a ação de o aluno aprender, preparando-o para participar da sociedade, exercer a cidadania e contribuir para o desenvolvimento do país (Brasil, 2006). Na busca de desempenhar este papel se faz necessário o constante aperfeiçoamento profissional que aprimore as condições do professor de lidar com o ensino, em consonância com atual sociedade inserida na era do conhecimento (Alarcão, 2011; Pozo & Crespo, 2009), uma vez que as mudanças contemporâneas provenientes do uso das redes digitais têm transformado a relação com o saber na sociedade (Lévy, 1999, 2001), e que a escola não detém mais o monopólio do saber (Alarcão, 2011).

Neste sentido, instituições internacionais, bem como documentos oficiais no Brasil (Brasil, 2014; CONAE, 2010; National Research Council, 2007; UNESCO, 2008, 2011b) têm considerado que o desenvolvimento profissional dos professores é um componente essencial para a melhoria educacional. Segundo Bransford et al. (2000) a aprendizagem de sucesso para os professores requer uma série contínua de esforços coordenados, que variam da formação pré-profissional ao ensino inicial, passando por oportunidades de desenvolvimento profissional ao longo da carreira.

A partir dessa perspectiva, a presente Tese de Doutorado foi planejada e desenvolvida visando compreender, por meio do modelo teórico Conhecimento Técnico Pedagógico do Conteúdo (Mishra & Koehler, 2006), o quadro atual relativo à pesquisa acerca da integração de tecnologia no ensino. Utilizou-se para isso um instrumento de coleta de dados a respeito da percepção do professor acerca do seu próprio conhecimento. Essa tese se fundamentou em cinco pilares: a valorização do conhecimento biológico enquanto saber necessário à formação

das novas gerações; a discussão teórica acerca da contextualização desse conhecimento à realidade do professor e seus alunos; a integração das TICs no ensino; a busca por processos pedagógicos que coloquem o professor no papel de construtor da sua prática docente; e a necessária reflexão sobre a ação pedagógica realizada visando a melhoria do ensino.

Na revisão sistemática de literatura, Estudo A desta Tese, as definições originais dadas por Mishra e Koehler para cada uma das sete bases de conhecimento CTPC foram apresentadas em português, resultando em um importante documento de consulta disponibilizado na literatura. O seu principal achado diz respeito à constatação de que, no Brasil e em Portugal, a pesquisa com o modelo teórico CTPC se encontra em um estágio inicial. Os grupos de pesquisa que atuam com o modelo CTPC ainda se preocupam pouco com a validação dos instrumentos de pesquisa utilizados nas coletas de dados e, conseqüentemente, com a análise das percepções dos professores acerca de suas bases de conhecimento. Ou seja, os estudos analisados nessa revisão de literatura se furtam a enfatizar a fundamentação central sobre o qual o modelo CTPC se sustenta, o de que os conhecimentos CTPC estão inscritos nas mentes dos professores.

Como segundo passo, no Estudo B, realizou-se o processo de adaptação transcultural do instrumento de coleta de dados *TPACK Survey for Meaningful Learning*. Os procedimentos adotados foram bem-sucedidos do ponto de vista psicométrico e estatístico. Esse segundo estudo é seminal para a pesquisa com o modelo CTPC no Brasil, uma vez que disponibiliza o primeiro (e até o momento, único) instrumento de coleta de dados acerca das bases de conhecimento CTPC validado em língua portuguesa.

No Estudo C, os dados obtidos com o instrumento validado no Estudo B foram analisados de acordo com técnicas estatísticas que buscaram estabelecer interrelações entre as diferentes bases de conhecimento e dessas com variáveis sócio-demográficas. Os resultados obtidos indicam que um caminho a ser testado para o aprimoramento da base de conhecimento CTPC dos professores passaria pela inter-relação entre as duas bases intermediárias CTC e CTP.

Por fim, no Estudo D os resultados obtidos em um estudo comparativo de pré e pós-teste indicam que a aplicação do instrumento de coleta de dados validado

nesta Tese pode ser uma importante ferramenta a ser utilizada quando da avaliação de intervenções de desenvolvimento profissional de professores. Analisados à luz de outros dois estudos internacionais com a mesma abordagem é possível sugerir que os fundamentos sobre os quais o programa de desenvolvimento profissional foi criado possam servir de base para futuras intervenções nessa área.

Tomados em conjunto, os quatro estudos realizados e apresentados nesta Tese de doutorado permitem afirmar que o modelo CTPC é um referencial teórico testável empiricamente, que oferece um conjunto de possibilidades de análise de interrelações com variáveis relacionadas à profissão do professor. A disponibilização na literatura do instrumento de coleta de dados validado em língua portuguesa permitirá a realização de novos estudos, que por sua vez, podem gerar resultados que corroborem ou refutem os aqui apresentados, bem como contribuir para o aprofundamento do entendimento de como as diferentes bases de conhecimento interagem na mente dos professores. Novas pesquisas podem se apoiar nas metodologias e resultados obtidos nesta Tese, a fim de avaliar propostas de desenvolvimento profissional de professores.

8. Apêndice Geral - Fundamentos estatísticos

Variável

Variável é uma característica de interesse a ser medida em cada unidade da amostra. Uma variável é um conceito – um substantivo que varia dentro de uma classe de objetos, tais como cadeira, sexo, cor dos olhos, realização, motivação, ou velocidade de corrida. Mesmo coragem, estilo e desejo pela vida são variáveis. Nesse sentido, membros individuais em uma classe de objetos, devem ser diferentes, ou variar. Se todos os membros de uma classe são idênticos, não temos uma variável, mas sim uma constante, uma vez que os membros individuais da classe não variam (Fraenkel & Wallen, 2008).

Tipos de variáveis

Abaixo seguem definições baseadas em Aranha e Zambaldi (2008); Fraenkel e Wallen (2008); Hair, Anderson, Tathan e Black (1998); Pinheiro, Cunha, Carvajal e Gomes, (2009).

Qualitativa nominal: Seus valores possíveis são diferentes categorias não ordenadas, em que cada observação pode ser classificada. Exemplo: Nacionalidade (brasileiro, argentino...) ou Profissão (professor, médico...).

Qualitativa ordinal: Seus valores possíveis são diferentes categorias ordenadas, em que cada observação pode ser classificada. Exemplo: Nível de instrução (Médio, Superior, Pós-graduação) ou Meses do ano (Janeiro, Fevereiro...).

Quantitativa discreta: Seus valores possíveis são em geral resultados de um processo de contagem. Exemplo: Número de filhos (3), casas (1), carros (2).

Quantitativa contínua: Seus valores possíveis podem ser expressos através de números reais e varrem uma escala contínua de medição. Exemplo: Peso (78,235 kg) e altura (1,76 m).

Dependente: é a variável que tem o comportamento influenciado por outra(s) variável(eis) independentes. Exemplo: A confiança de um professor acerca de suas habilidades técnicas para utilizar computadores efetivamente, é uma variável dependente do seu Conhecimento Tecnológico (CT).

Independente: é a variável que influencia o comportamento de outra variável. Exemplo: O Conhecimento Tecnológico (CT) de um professor é uma variável independente, que influencia as suas habilidades técnicas para utilizar computadores efetivamente.

Manifesta (observável): é o valor observado para uma questão ou item específico obtido por meio das respostas de um respondente ou da observação do observador. Exemplo: Nível de concordância de um respondente com uma assertiva utilizada em um questionário que emprega a escala de Likert.

Latente (Fator): é uma grandeza oculta que supostamente causa a variação em um conjunto de variáveis observadas, não pode ser mensurada diretamente. Pode ser de dois tipos:

i) exógena – não pode ser explicada por outras variáveis latentes. Exemplo: Conhecimento do Conteúdo (CC). O CC não pode ser explicado por outro tipo de conhecimento, como por exemplo o Conhecimento pedagógico (CP)

ii) endógena - pode ser explicada por outras variáveis latentes. Exemplo: Conhecimento Pedagógico do Conteúdo (CPC). O CPC pode ser explicado pelas variáveis latentes exógenas CC e CP.

Escala de *Likert*:

A escala de *Likert* é uma escala psicométrica comumente envolvida na pesquisa que emprega questionários. Ao responder a um item de um questionário do tipo *Likert*, os respondentes especificam seu nível de concordância ou discordância em uma escala simétrica concordo-discordo para uma série de assertivas. Nas escalas de *Likert*, ou escala somatória, é atribuído um número a cada resposta, que reflete a direção da atitude do respondente em relação a cada afirmação. Quanto à classificação do tipo destas variáveis, são variáveis qualitativas ordinais, com escalas de medida que podem apresentar diferentes formas (ex. 3, 4, 5, 6, 7, 10 pontos).

Estudos que seguem a teoria de *Likert* utilizam instrumentos cujas variáveis (itens), normalmente apresentam um número ímpar de classes de medida (5 ou 7 pontos) e a medida dos itens não é feita individualmente, mas é obtida pela soma das valorações dos itens (*score*), justificando a denominação de escalas

adicionadas (*summated scales*) (Curado, Teles, & Marôco, 2014). *Summated scales* é um método de combinar várias variáveis, que medem um mesmo conceito, em uma única variável, na tentativa de aumentar a confiabilidade (*reliability*) de uma medição através de medições multivariadas. Na maioria das vezes, as variáveis são somadas, e o seu total ou sua média se tornam o escore a ser utilizado na análise (Hair et al., 1998). Esses escores podem ser tratados estatisticamente como variáveis de tipo intervalar (discreta) (Curado et al., 2014)

Dispersão e centralidade

Dispersão ou variabilidade é a maior ou menor diversificação dos valores de uma variável em torno de um valor de tendência central (média, mediana, moda) tomado como ponto de comparação. A medida de dispersão das variáveis é definida como variância. Ela é calculada subtraindo o valor observado do valor médio. Essa diferença é o quanto um valor observado se distancia do valor médio. Por definição mede o quadrado da distância entre uma observação e sua média. Dito de outra forma, a variância de um conjunto de dados é o somatório das distâncias entre cada observação e a média (desvios em relação à média) desse conjunto elevado ao quadrado. Quanto maior a dispersão maior a variância. Assim, a variância estabelece os desvios em relação à média aritmética (Crespo, 2002; Nunnally, 1967; Pinheiro et al., 2009).

O Desvio Padrão analisa a regularidade dos valores. O Desvio Padrão é calculado extraíndo a raiz quadrada da variância. O cálculo para alcançar a variância neutraliza os números negativos quando estes são elevados ao quadrado, não prejudicando a lógica da apuração da variância. Se não elevarmos as diferenças ao quadrado os valores negativos anulariam os positivos, assim o somatório seria igual a zero (Crespo, 2002; Nunnally, 1967; Pinheiro et al., 2009).

A média aritmética é uma medida de centralidade para um conjunto de valores de uma variável, definida pela soma de todos os valores observados dividida pelo número de valores observados (Crespo, 2002; Nunnally, 1967; Pinheiro et al., 2009). A mediana dos dados observados é o valor de posição central, caso o n seja ímpar. Caso seja o n seja par, a mediana será a média das duas observações de posição central. Já a moda dos dados é aquele valor que ocorre com maior frequência (Pinheiro et al., 2009).

Exemplos:

i) Notas turma A: 6 – 6 – 6 – 6 – 6 – 6.

Média turma A: 6

Variância turma A: $\{(6 - 6)^2 + (6 - 6)^2 + (6 - 6)^2 + (6 - 6)^2 + (6 - 6)^2 + (6 - 6)^2\}/6=0$

Desvio Padrão turma A: $\sqrt{0} = 0$

ii) Notas turma B: 7 – 6 – 5 – 2 – 8 – 9.

Média turma B: 6,2

Variância turma B: $(7 - 6,2)^2 + (6 - 6,2)^2 + (5 - 6,2)^2 + (2 - 6,2)^2 + (8 - 6,2)^2 + (9 - 6,2)^2\}/6 = (0,8)^2 + (-0,2)^2 + (-1,2)^2 + (-4,2)^2 + (1,8)^2 + (2,8)^2\}/6 = 0,64 + 0,04 + 1,44 + 17,64 + 3,24 + 7,84\}/6 = 30,83333/6 = 5,14$

Desvio Padrão turma B: $\sqrt{5,14} = 2,27$

Covariância e Correlação

Quando dispomos de duas ou mais séries de dados podemos utilizar medidas estatísticas para entender como as duas séries se relacionam, entre elas a covariância e a correlação.

A covariância aponta o quanto uma variável tende a aumentar ou diminuir de acordo com o aumento ou diminuição de outra, ela é uma medida do quanto duas variáveis variam conjuntamente, ou seja, busca avaliar o modo com que duas variáveis quaisquer se inter-relacionam de maneira linear (Aranha & Zambaldi, 2008; Pinheiro et al., 2009). Existe relação linear quando analisamos duas variáveis em um gráfico de dispersão e verificamos que os pontos ou nuvem de dispersão estão formando uma reta linear (Figura 1). A covariância é uma medida que depende das escalas e do intervalo em que cada variável se distribui, e por isso a comparação de covariâncias entre variáveis com escalas distintas não permite conclusões acerca de suas magnitudes (Aranha & Zambaldi, 2008). Dessa forma, é comum submeter essas variáveis a um processo de transformação para que suas escalas tenham a mesma média e o mesmo desvio padrão, se tornando variáveis padronizadas. A covariância entre variáveis padronizadas com média igual a zero e variância igual a 01 é denominada Coeficiente de Correlação (Aranha & Zambaldi, 2008).

O coeficiente de correlação (r), indica a força e a direção do relacionamento linear entre duas variáveis. Ele mede o grau de relacionamento linear entre valores emparelhados x e y em uma amostra. Quando duas variáveis estão ligadas por uma relação estatística dizemos que existe correlação entre elas. O valor de r varia entre -1 e 1 . Um valor de r positivo indica que a variação está ocorrendo na mesma direção, um valor de r negativo indica que a variação se apresenta em direções opostas (enquanto uma variável aumenta a outra diminui), e quando não há associação entre as variáveis, ou seja, o valor de r é zero, não há correlação (Aranha & Zambaldi, 2008; Pinheiro et al., 2009).

As matrizes de correlação apresentam os valores de r e seus respectivos níveis de significância, informação que permite ao pesquisador avaliar a qualidade das correlações entre um conjunto de variáveis. Valores de r entre $0,41$ e $0,60$ são grandes o suficiente para o uso prático, bem como o teórico, já valores de r entre $0,61$ e $0,80$ podem ser considerados muito importantes no contexto de pesquisas educacionais, indicando elevado nível de relação entre duas variáveis (Fraenkel & Wallen, 2008). O teste estatístico de significância é um apoio para a decisão de considerar uma correlação relevante ou não.

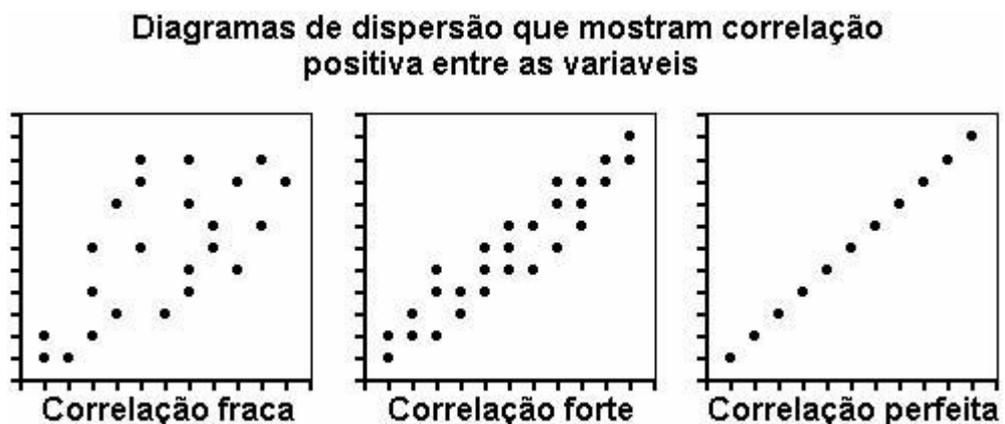


Figura 1. Diagramas de dispersão.

Nível de significância

O objetivo de um teste de hipóteses é avaliar a validade de uma afirmação sobre uma determinada característica da população a partir dos dados de uma

amostra. Duas hipóteses são formuladas a priori e então testadas: i) a hipótese nula ou conservadora (H_0), aquela que geralmente afirma não existir relação entre duas variáveis; e ii) a hipótese alternativa ou inovadora (H_1), que afirma existir relação entre duas variáveis (Pinheiro et al., 2009).

Um resultado tem significância estatística se for improvável que tenha ocorrido ao acaso. Em testes de hipóteses o nível de significância estatística ou um resultado estatisticamente significativo ocorre quando o nível crítico ou p-valor obtido no teste for menor do que o nível de significância (α) predeterminado pelo pesquisador. Os valores mais comuns utilizados para α são 0,05, 0,01 e 0,001, que indicam respectivamente que existem 95%, 99% e 99,9% de chances de o resultado obtido não ter ocorrido ao acaso.

Análise fatorial

A análise fatorial é uma técnica de análise multivariada, ela se refere a todos os métodos estatísticos que simultaneamente analisam medições múltiplas de cada indivíduo ou objeto sob investigação. Uma análise simultânea de mais que duas variáveis pode ser considerada análise multivariada (Hair et al., 1998). Nesse sentido, a técnica de análise fatorial tornou possível o estudo empírico de variáveis internas não observáveis diretamente, sejam elas da inteligência ou personalidade por exemplo, e por isto representou um grande avanço para a psicologia. A análise fatorial parte da premissa de que a variabilidade de um conjunto de itens observados, evidenciada por sua matriz de correlações, pode ser parcialmente explicada pela ação de um número reduzido de fatores subjacentes e comuns aos itens (Aranha & Zambaldi, 2008).

Essas variáveis não observáveis são denominadas traços latentes, construtos ou fatores. O termo traço latente se refere a uma família de modelos matemáticos que relaciona variáveis observáveis (itens/assertivas de um teste, por exemplo) e traços hipotéticos não-observáveis ou aptidões, esses responsáveis pelo aparecimento das variáveis observáveis, ou melhor, das respostas ou comportamentos emitidos pelo sujeito que são as variáveis observáveis (Pasquali & Primi, 2003). Assim, temos um estímulo (item) que é apresentado ao sujeito e este responde a ele. A resposta que o sujeito dá ao item depende do nível que o

sujeito possui do traço latente ou aptidão. Desta forma, o traço latente é a causa, já a resposta do sujeito é o efeito (Pasquali & Primi, 2003).

O objetivo da análise fatorial é descrever as relações de covariância entre muitas variáveis, em termos de algumas, subjacentes, mas não observáveis quantidades aleatórias chamadas fatores. Basicamente, o modelo fatorial é motivado pelo seguinte argumento: Suponha que as variáveis podem ser agrupadas por suas correlações. Ou seja, suponha que todas as variáveis dentro de um determinado grupo são altamente correlacionadas entre si, mas têm pequenas correlações com as variáveis em um grupo diferente. Então, é concebível que cada grupo de variáveis represente um único construto subjacente, ou fator, que é responsável pelas correlações observadas (Johnson & Wichern, 2007). Quando um grupo de variáveis tem, por algum motivo, muita coisa em comum, pode-se dizer que existe um fator (Child, 1990).

A técnica de análise fatorial a ser empregada pode ser exploratória ou confirmatória. A análise fatorial exploratória (AFE) tem como objetivo encontrar a estrutura subjacente em uma matriz de dados e determinar o número e a natureza das variáveis latentes (fatores) que melhor representam um conjunto de variáveis observadas. As variáveis observadas (itens) “pertencem” a um mesmo fator se partilharem uma variância em comum. Ou seja, elas são influenciadas pelo mesmo construto (Damásio, 2012). Assim, um fator é uma variável latente (por exemplo, Conhecimento do conteúdo) que influencia mais de uma variável observável (item/assertiva) (por exemplo, “Eu possuo conhecimento suficiente sobre Biologia”). A AFE geralmente é conduzida quando o pesquisador não possui uma teoria prévia subjacente ou evidências empíricas suficientes que explicitem como os itens de determinado instrumento devem ser agrupados e avaliados (Damásio, 2012).

Por outro lado, a análise fatorial confirmatória (AFC) parte de uma hipótese sobre uma possível estrutura pré-existente, e só então, são selecionadas as variáveis que podem se enquadrar nessa estrutura (Child, 1990). A AFC envolve o uso de análise fatorial para testar se os construtos postulados por uma teoria existem e podem ser distinguidos uns dos outros. Em outras palavras, a análise fatorial confirmatória começa com construções e termina com a confirmação ou informação de sua existência (Gall et al., 2003). Dessa forma, a aplicação da AFC procura testar se os dados observados se comportam de acordo com a expectativa

teórica. Deve haver, a priori, uma hipótese acerca da quantidade de fatores existentes, bem como a expectativa teórica sobre qual fator deve carregar em qual variável (item/assertiva) (Aranha & Zambaldi, 2008). A diferença importante entre a análise exploratória e confirmatória é que na primeira se está tentando descobrir uma estrutura nas variáveis utilizadas, enquanto que na segunda, se escolhem variáveis para confirmar uma estrutura pré-determinada (por exemplo, o modelo teórico CTPC).

Para a realização da AFC, bem como da técnica de Análise de Caminho (*Path analysis*) se faz necessário o emprego da modelagem de equações estruturais (*structural equations modeling* – SEM). A modelagem de equações estruturais é um termo que não designa uma técnica estatística específica, mas sim uma série de técnicas e procedimentos utilizados em conjunto. Esses, se distinguem por duas características: i) a estimativa de múltiplas e inter-relacionadas relações de dependências e ii) pela habilidade de representar conceitos não observáveis nessas relações e quantificar erros de medida no processo de estimação (Hair et al., 1998). A modelagem de equações estruturais estima simultaneamente uma série de separadas, mas interdependentes, equações de regressão múltiplas pela especificação de um modelo estrutural elaborado em um programa estatístico, como por exemplo, o SPSS Amos (v.22, SPSS Inc, Chicago, IL). A figura 2 apresenta o modelo estrutural utilizado para na Análise Fatorial Confirmatória seguida de Análise de Caminho (*Path Diagram Structural Equation Model*) desenvolvida nesta Tese de doutorado. A análise de caminho permite a visualização dos caminhos percorridos pelas relações – causais ou não – entre as variáveis analisadas. Variáveis observadas são representadas pela figura de um quadrado, enquanto os fatores são representados pela figura de um círculo. As setas indicam relação de causalidade e as setas curvas com direção dupla indicam existência de associação (Aranha & Zambaldi, 2008; Hair et al., 1998) (Figura 2).

As relações entre as variáveis podem ser descritas em termos de correlação, indicando o grau de linearidade entre duas variáveis; e de covariância, medida de quanto duas variáveis variam juntas; bem como de regressão, que é a transformação da relação entre duas variáveis em uma equação. Essas equações de regressão não precisam ocorrer necessariamente entre variáveis observadas, podem ser feitas entre variáveis observadas e variáveis latentes (fatores). Os

modelos podem ter diversas "estruturas", ou seja, ter diversas configurações espaciais, de acordo com a teoria hipotética que se tem a priori (Aranha & Zambaldi, 2008; Hair et al., 1998). A partir da teoria que se tem sobre as relações entre variáveis, a modelagem de equações estruturais é empregada para proceder a técnica de análise fatorial confirmatória de instrumentos de avaliação, especialmente questionários de auto relato, como evidência da validade de construto dos mesmos.

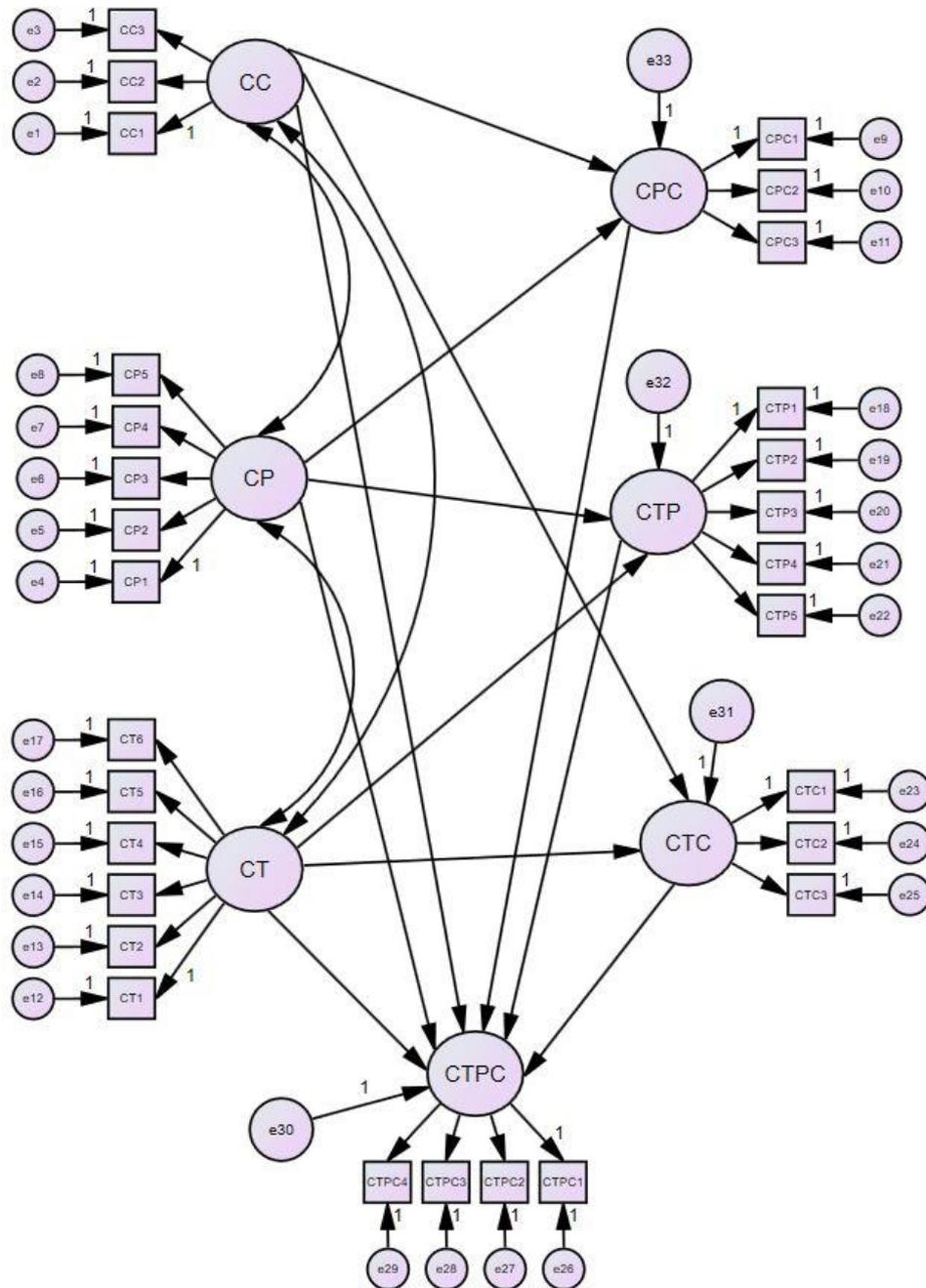


Figura 2. Modelo estrutural utilizado para na Análise Fatorial Confirmatória seguida de Análise de Caminho (Path Diagram Structural Equation Model).

Aranha & Zambaldi (2008) comentam que o conceito de causalidade está ligado ao “motivo” pelo qual as variáveis se associam linearmente, ao que está subjacente à associação. Segundo os autores, uma possível explicação para correlações estatisticamente significantes é de que uma variável cause a outra. A postulação de relações causais diretas entre variáveis observadas não é a única forma de explicar a existência de correlações. A partir da premissa teórica de que um fator possa ser a causa dos valores coletados para os itens de um questionário, é possível esperar que os itens referentes a um mesmo fator estejam correlacionados, uma vez que todos são causados pelo mesmo fator. É a teoria subjacente aos procedimentos estatísticos que baliza a reflexão acerca dos resultados estatísticos obtidos.

Uma variável pode ser considerada uma combinação linear de outras quando os valores que assume são calculados a partir da soma ponderada de outras variáveis. Dessa forma, se estabelece a premissa de que cada item seja o resultado de uma combinação de dois fatores, o fator propriamente dito, que atua em todos os itens que o compõem, e os fatores únicos - fator que atua individualmente em cada item. O fator único é a especificidade de cada variável, e determina a parte de seu comportamento que não pode ser atribuída ao fator comum (Aranha & Zambaldi, 2008). Por exemplo, o fator CC atua sobre os itens CC1, CC2 e CC3 (Figura 3). Cada uma dessas variáveis observadas recebe a atuação de um fator único; e1 atua em CC1, e2 atua em CC2, e3 atua em CC3 (Figura 3).

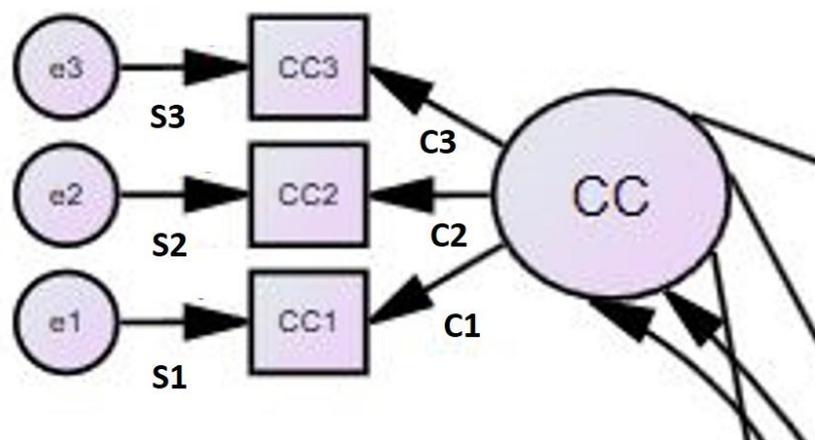


Figura 3. Combinação linear entre fator itens e fatores únicos.

A combinação linear entre o fator CC o item CC1 e o fator único e1 possui duas setas que correspondem às causas c1 e s1, que são os coeficientes de ponderação lineares. Os coeficientes de ponderação entre um fator e um item são denominados cargas fatoriais, já os coeficientes de ponderação entre um fator único e um item são denominados coeficientes únicos. A parcela de variabilidade de um item observado, que não é atribuível ao Fator comum é entendida como resultado do efeito de um Fator único que atua somente sobre o item em questão (Aranha & Zambaldi, 2008). Esses elementos em conjunto permitem configurar as seguintes equações (Figura 3):

$$CC1 = c1CC + s1e1$$

$$CC2 = c2CC + s2e2$$

$$CC3 = c3CC + s3e3$$

A covariação entre as variáveis é representada pelas setas (caminhos) que as ligam (Figura 3). De acordo com as equações acima, o valor de cada item é o resultado de uma combinação linear. Isso quer dizer que a relação entre CC1 e CC2 “passa” pelo efeito do fator CC sobre cada uma dessas variáveis. Para especificar como a correlação é formada, de acordo com o diagrama, é necessário verificar todos os caminhos que permitem passar de uma variável a outra (Aranha & Zambaldi, 2008; Hair et al., 1998). Por exemplo, para ir de CC1 a CC2 temos que percorrer a seta que liga CC1 a CC, designada por c1, e a seta que liga CC a CC2, designada por c2.

O produto dos coeficientes c em todos os caminhos que levam uma variável observada à outra no diagrama corresponde ao coeficiente de correlação entre elas. Dessa forma, a correlação r CC1CC2 entre CC1 e CC2 é igual ao produto das cargas fatoriais c1 * c2.

O estabelecimento de equações desse tipo, para todas as relações em um diagrama como o da figura 2, permite o estudo da relação entre as diversas variáveis, como as variáveis CC1, CC2 e CC3, a partir do efeito causado pelo fator CC. Somente o lado esquerdo da equação é conhecido, já que se trata da variável observada item/assertiva respondida em um questionário, por exemplo. No entanto, CC não é a única influência sobre os itens CC1, CC2 e CC3. No caso, e1 atua em CC1, e2 atua em CC2, e3 atua em CC3 (Figura 3).

Índices de ajustamento do modelo

A modelagem de equações estruturais (MME) é um procedimento essencialmente confirmatório, que visa avaliar modelos por meio de testes de bondade de ajustamento (*Goodness-of-Fit Measures*), os quais verificam se a estrutura de variância e covariância da matriz de dados é consistente com a estrutura proposta pelo pesquisador (Ribas & Vieira, 2011). Como a mensuração das variáveis latentes (fatores) é realizada de forma indireta, por meio das relações dessas com as variáveis observadas (itens), a MME tem por objetivo não somente estimar os fatores, mas também testar a qualidade de ajustamento global do modelo, bem como a consistência de seus parâmetros (Ribas & Vieira, 2011). Vários índices são utilizados para avaliar o nível de ajustamento do modelo testado, entre eles: Qui quadrado (χ^2), *Root Mean Square Error of Approximation* (RMSEA), Qui quadrado normalizado (χ^2/df), *Tucker-Lewis* (TLI) e *Comparative fit index* (CFI) (Hair et al., 1998; Ribas & Vieira, 2011).

O Qui quadrado (χ^2) avalia se o modelo proposto se ajusta aos dados observados na mesma extensão da equivalência existente entre a matriz de covariância gerada pelo modelo e a matriz de covariância observada. Ao contrário do que se espera em um teste estatístico, no caso do χ^2 em uma análise de MEE, espera-se que não haja diferença significativa, uma vez que se espera que haja equivalência existente entre a matriz de covariância gerada pelo modelo e a matriz de covariância observada. No entanto, este índice se mostra muito sensível ao tamanho da amostra. De fato, com amostras com tamanho suficientemente grandes ($n > 200$), o que é importante para conferir solidez ao teste estatístico, a hipótese nula é frequentemente rejeitada, e o nível de significância é obtido (Hair et al., 1998; Ribas & Vieira, 2011). Para equacionar este problema, juntamente com o χ^2 é utilizado o Qui quadrado normalizado (χ^2/df), que é a divisão do χ^2 pelos graus de liberdade. O valor comumente aceito para essa relação é ≤ 3 (Hair et al., 1998; Ribas & Vieira, 2011). Os graus de liberdade são a quantidade de informação que seus dados fornecem que você pode usar para estimar os valores de parâmetros populacionais desconhecidos, e calcular a variabilidade dessas estimativas. Esse valor é determinado pelo número de observações em sua amostra e o número de parâmetros em seu modelo.

O *Root Mean Square Error of Approximation* (RMSEA) é um índice que também tende a corrigir a tendência de se rejeitar a hipótese nula quando amostras grandes são utilizadas. Ele informa quão bem o modelo se ajusta a matriz de covariância. Valores variando entre 0,05 e 0,08 são aceitáveis (Hair et al., 1998; Ribas & Vieira, 2011).

O *Tucker-Lewis* (TLI) e o *Comparative fit index* (CFI) são índices de incremento ou comparativos. Eles têm por objetivo medir o percentual de carência de ajustamento que existe entre o modelo nulo e o modelo proposto. O valor comumente aceito para ambos é acima de 0,90, o que quer dizer que 90% da covariância nos dados podem ser produzidas no modelo hipotético (Hair et al., 1998; Ribas & Vieira, 2011).

Baseado nos conceitos teóricos e matemáticos apresentados, a técnica de modelagem de equações estruturais, com o emprego de Análise Fatorial Confirmatória e Análise de Caminho realizadas com o software SPSS Amos (v.22, SPSS Inc, Chicago, IL), disponibiliza ao pesquisador um conjunto de dados relativos ao ajustamento do modelo teórico aos dados empíricos obtidos com determinada amostra de participantes de uma pesquisa, por exemplo, os respondentes de um questionário. Esses resultados se referem, especialmente, a medida psicométrica denominada Validade.

Validade e Confiabilidade

Os instrumentos de avaliação psicométrica podem ser caracterizados por duas propriedades métricas básicas: validade e confiabilidade. Considera-se como medidas confiáveis aquelas que são replicáveis e consistentes, e medidas válidas aquelas que são representações precisas da característica que se pretende medir (Martins, 2006).

A validade (*validity*) é a extensão na qual a escala ou conjunto de medições acuradamente representa o conceito de interesse. Por sua vez, relaciona-se à questão que investiga se o teste (por exemplo, um questionário) está medindo o construto que se propõe medir. Nesse sentido, é de se esperar que a variação nos escores observados em um teste esteja associada, em certo grau, ao construto psicológico que o teste se propõe medir. Os estudos de validade investigam essa

expectativa testando empiricamente se o teste está medindo a variável conforme foi planejado (Hair et al., 1998; Primi, 2012).

A análise fatorial, abordada na subseção anterior, é uma forma de se avaliar a validade de um teste psicométrico. Ela fornece uma avaliação empírica das inter-relações entre variáveis, essencial na formação do fundamento conceitual e empírico da escala proposta. A validade avalia o grau no qual duas medidas do mesmo conceito estão correlacionadas. Uma correlação elevada indica que a escala está medindo o conceito alvo (Hair et al., 1998).

Por sua vez, a confiabilidade (*reliability*) é uma avaliação do grau de consistência entre múltiplas medições de uma variável. É também chamada de fidedignidade e precisão. Sua essência é a repetibilidade. A confiabilidade cobre aspectos diferentes de um teste, mas todos eles se referem a quanto os escores de um sujeito se mantêm idênticos em ocasiões diferentes. No caso da pesquisa com construtos psicológicos (fatores), ela se refere ao quanto o escore obtido no teste se aproxima do escore verdadeiro do sujeito num traço (construto) qualquer.

A confiabilidade de um teste está intimamente ligada ao conceito da variância erro, sendo esse definido como a variabilidade nos escores produzida por fatores estranhos ao construto. Um procedimento de medida qualquer, por exemplo, os escores em um teste, produz uma variabilidade nos resultados que, em parte, é provocada pelas diferenças no próprio traço medido entre diferentes sujeitos; parte pela imprecisão do próprio instrumento e parte, ainda, por uma série de outros fatores aleatórios.

Assim, temos que o escore observado é igual ao escore verdadeiro mais o erro. Sempre que tomarmos uma série de medidas, nós estaremos medindo um escore hipoteticamente verdadeiro e um erro que compõe o escore observado. O desvio padrão (medida de dispersão em torno da média) pode ser um indicador do grau de confiabilidade de um instrumento de medidas. Assim é que: quanto menor o valor do desvio padrão maior será o grau de confiabilidade do instrumento de medidas.

Uma forma de se medir a confiabilidade é mensurar a consistência interna por meio do Coeficiente *Alpha de Cronbach*, já que na prática, psicólogos e educadores muitas vezes não têm a oportunidade de acessar os participantes de

sua pesquisa para realizar um segundo teste para comparar a repetibilidade dos resultados (Cronbach, 1951). O Alfa de Cronbach avalia o grau em que os itens de uma matriz de dados estão correlacionados entre si. As análises consistem em verificar a consistência interna dos itens que compõem o teste. É uma estimativa da precisão, cuja lógica é a seguinte: se os itens se entendem, isto é, covariam numa dada ocasião, então irão se entender em qualquer ocasião de uso do teste (Pasquali, 2009).

O teste Coeficiente Alfa de Cronbach mede a consistência interna tomando amostras aleatórias dos itens (assertivas de um instrumento) e correlacionando os escores obtidos com essas amostras, uns com os outros. São calculadas todas as correlações entre o escore de cada item e o escore total dos demais itens (soma dos itens). O valor de alfa é a média de todos os coeficientes de correlação. Ou seja, o valor $\alpha=1$ ou 100% é a correlação perfeita. Aceita-se que há confiabilidade das medidas com valores de α a partir de 0,7 (Hair et al., 1998; Nunnally, 1967).

9. Referências Bibliográficas

- Abbitt, J. T. (2011). Measuring Technological Pedagogical Content Knowledge in Preservice Teacher Education: A Review of Current Methods and Instruments. *Journal of Research on Technology in Education*, 43(4), 281–300.
- Ajzen, I. (1991). The theory of planned behavior. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 50, 179–211. Retrieved from <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/074959789190020T>
- Alarcão, I. (2011). *Professores reflexivos em uma escola reflexiva* (8a ed.). São Paulo: Cortez editora.
- Aranha, F., & Zambaldi, F. (2008). *Análise Fatorial em Administração*. São Paulo: Cengage Learning.
- Asún, R. A., Rdz-Navarro, K., & Alvarado, J. M. (2016). Developing Multidimensional Likert Scales Using Item Factor Analysis The Case of Four-point Items. *Sociological Methods & Research*, 45(1), 109–133. <http://doi.org/10.1177/0049124114566716>
- Balanskat, A., Blamire, R., & Kefala, S. (2006). The ICT impact report: A review of studies of ICT impact on schools in Europe. Retrieved from <http://ec.europa.eu/education/doc/reports/doc/ictimpact.pdf>
- Ballet, K., & Kelchtermans, G. (2009). Struggling with workload: Primary teachers' experience of intensification. *Teaching and Teacher Education*, 25(8), 1150–1157. <http://doi.org/10.1016/j.tate.2009.02.012>
- Beaton, D. E., Bombardier, C., Guillemin, F., & Ferraz, M. B. (2000). Guidelines for the process of cross-cultural adaptation of self-report measures. *Spine*, 25(24), 3186–91. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11124735>
- BECTA. (2003). What the research says about using ICT in science. Report to the BECTA ICT Research network. Retrieved from http://www.mmiweb.org.uk/publications/ict/Research_Barriers_TandL.pdf
- Bonzanini, T. K., & Bastos, F. (2009). FORMAÇÃO CONTINUADA DE PROFESSORES DE CIÊNCIAS: ALGUMAS REFLEXÕES. In ENCONTRO

- NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS (pp. 1 –12). Florianópolis: ABRAPEC. Retrieved from <http://www.foco.fae.ufmg.br/viienpec/index.php/enpec/viienpec/paper/viewFile/644/283>
- Bransford, J. D., Brow, A. L., & Cocking, R. R. (2007). *Como as pessoas aprendem: cérebro, mente, experiência e escola*. Editora Senac.
- Brasil. (2002). Referenciais para a Formação de professores. Brasília.
- Brasil. (2006). Orientações Curriculares para o Ensino Médio: Ciências da Natureza, matemática e suas tecnologias. Secretaria de Educação Média e Tecnológica/MEC. ... (Vol. 2). Brasília, DF. Retrieved from http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/book_volume_02_internet.pdf
- Brasil. (2014). LEI Nº 13.005, DE 25 JUNHO DE 2014. *Plano Nacional de Educação*. Brasília, DF.
- Brown, C. A., & Neal, R. E. W. (2013). Definition and History of Online Professional Development. In J. Keengwe & L. Kyei-Blankson (Eds.), *Virtual Mentoring for Teachers: Online Professional Development Practices* (pp. 182–184). IGI-Global. <http://doi.org/10.4018/978-1-4666-1963-0.ch010>
- Carvalho, A. de, & Gil-Pérez, D. (2011). *Formação de professores de ciências: tendências e inovações* (10th ed.). São Paulo: Editora Cortez.
- Carvalho, F. C. A., & Ivanoff, G. B. (2010). *Tecnologias que educam: ensinar e aprender com tecnologias da informação e comunicação*. São Paulo: Pearson Prentice Hall.
- Castells, M. (1996). *The rise of the network society. Information age: economy, society and culture* (Volume 1). Oxford: Blackwell.
- Castells, M., & Cardoso, G. (2005). *The network society: from knowledge to policy*. Washington, DC: Johns Hopkins Center for Transatlantic Relations. Retrieved from http://www.umass.edu/digitalcenter/research/pdfs/JF_NetworkSociety.pdf

- Chai, C. S., Koh, J. H. ling, & Tsai, C.-C. (2011). Exploring the Factor Structure of the Constructs of Technological, Pedagogical, Content Knowledge (TPACK). *The Asia-Pacific Education Researcher*, 20(3), 595–603.
- Chai, C., Koh, J., & Tsai, C. (2010). Facilitating preservice teachers' development of technological, pedagogical, and content knowledge (TPACK). *Educational Technology & Society*, 13(4), 63–73. Retrieved from http://www.ifets.info/journals/13_4/ets_13_4.pdf#page=68
- Chai, C., Koh, J., & Tsai, C. (2013). A review of Technological Pedagogical Content Knowledge. *Education Technology and Society*, 16(2), 31–51. Retrieved from http://www.ifets.info/download_pdf.php?j_id=59&a_id=1349
- Chai, C. S., Koh, J., Tsai, C.-C., & Lee Wee Tan, L. (2011). Modeling primary school pre-service teachers' Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) for meaningful learning with information and communication technology (ICT). *Computers & Education*, 57(1), 1184–1193. <http://doi.org/10.1016/j.compedu.2011.01.007>
- Chen, Y.-H., & Jang, S.-J. (2014). Interrelationship between Stages of Concern and Technological, Pedagogical, and Content Knowledge: A study on Taiwanese senior high school in-service teachers. *Computers in Human Behavior*, 32, 79–91. <http://doi.org/10.1016/j.chb.2013.11.011>
- Child, D. (1990). *The essentials of factor analysis (2nd ed.)*. New York: Cassell Educational.
- CNE. (2002). Resolução CNE/CP no 1, de 18 de fevereiro de 2002. *Institui Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação de Professores da Educação Básica, em nível superior, curso de licenciatura, de graduação plena. Insitui diretrizes Curriculares Nacionais para a* Brasília, DF. Retrieved from <http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/CP012002.pdf>
- CONAE. (2010). *Construindo o Sistema Nacional Articulado de Educação: o Plano Nacional de Educação, diretrizes e estratégias; documento Final*. Brasília: INEP. Brasília, DF. Retrieved from http://conae.mec.gov.br/images/stories/pdf/pdf/doc_base_documento_final.pdf

- Comrey, A. L., & Lee, H. B. (1992). *A First Course in Factor Analysis* (Second edition). Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Cooper, H., & Hedges, L. (2009). Research synthesis as a scientific process. In H. Cooper, L. V. Hedges, & J. C. Valentine (Eds.), *The handbook of research synthesis and meta-analysis* (2nd ed., pp. 3–17). Russell Sage Foundation. Retrieved from http://books.google.com/books?hl=en&lr=&id=LUGd6B9eyc4C&oi=fnd&pg=PA3&dq=RESEARCH+SYNTHESIS+AS+A+SCIENTIFIC+PROCESS&ots=5MEJyT_n6P&sig=QS5-Jcd7-Wzvo8pxzZD0ktb33SM
- Couto, H. H. O. de M., & Filho, L. A. C. de R. (2014). Mídias na Educação: discurso oficial nos discursos de professores egressos de um Programa de Formação Continuada. *Revista Brasileira de Informática Na Educação*, 21(03), 85–99. <http://doi.org/10.5753/RBIE.2013.21.03.85>
- Crespo, A. A. (2002). *Estatística fácil (18ª edição)*. São Paulo: Editora Saraiva.
- Cronbach, L. (1951). Coefficient alpha and the internal structure of tests. *Psychometrika*, 16(3), 297 – 334. Retrieved from <http://link.springer.com/article/10.1007/BF02310555>
- Crook, C. (2008). Web 2.0 technologies for learning: The current landscape-opportunities, challenges and tensions. British Educational Communications and Technology Agency (BECTA) Report: Web 2.0 technologies for learning at Key Stages 3 and 4. <http://doi.org/10.1.1.142.9577>
- Curado, M. A. S., Teles, J., & Marôco, J. (2014). Análise de variáveis não diretamente observáveis: influência na tomada de decisão durante o processo de investigação. *Revista Da Escola de Enfermagem Da USP*, 48(1), 146–152. <http://doi.org/10.1590/S0080-623420140000100019>
- Curran, P. J., West, S. G., & Finch, J. F. (1996). The robustness of test statistics to nonnormality and specification error in confirmatory factor analysis. *Psychological Methods*, 1(1), 16–29. <http://doi.org/10.1037/1082-989X.1.1.16>
- Damásio, B. (2012). Uso da análise fatorial exploratória em psicologia. *Avaliação Psicológica*, 11(2), 213–228. Retrieved from

http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?pid=S1677-04712012000200007&script=sci_arttext

- Darling-Hammond, L., & Bransford, J. (Eds.). (2005). *Preparing teachers for a changing world: What teachers should learn and be able to do*. San Francisco, CA: Jossey-Bass Inc.
- Davis, F. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *MIS Quarterly*, 13(3). Retrieved from <http://www.jstor.org/stable/10.2307/249008>
- Dede, C., Jass Ketelhut, D., Whitehouse, P., Breit, L., & McCloskey, E. M. (2008). A Research Agenda for Online Teacher Professional Development. *Journal of Teacher Education*, 60(1), 8–19. <http://doi.org/10.1177/0022487108327554>
- Delizoicov, D., Angotti, J. A., & Pernambuco, M. M. (2002). *Ensino de Ciências: fundamentos e métodos*. São Paulo: Editora Cortez.
- Espíndola, M. B. de, Struchiner, M., & Giannella, T. R. (2009). Análise das experiências de integração de tecnologias de informação e comunicação no ensino superior por professores das áreas de ciências e da saúde: contribuições do conhecimento pedagógico -tecnológico do conteúdo. In ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS (pp. 1–12). Florianópolis.
- Fidalgo-Neto, A. a., Tornaghi, A. J. C., Meirelles, R. M. S., Berçot, F. F., Xavier, L. L., Castro, M. F. a., & Alves, L. a. (2009). The use of computers in Brazilian primary and secondary schools. *Computers & Education*, 53(3), 677–685. <http://doi.org/10.1016/j.compedu.2009.04.005>
- Finger, G., Jamieson-Proctor, R., & Albion, P. (2010). Beyond Pedagogical Content Knowledge: The Importance of TPACK for Informing Preservice Teacher Education in Australia Introduction – Moving Beyond PCK to TPACK to Design. In WCC 2010: 21st World Computer Congress: Key Competencies in the Knowledge Society (pp. 20 – 23). Brisbane, Australia.

- FNDE. (2010). *RESOLUÇÃO/FNDE/CD/No 17 DE 10 DE JUNHO DE 2010*. Brasília, DF. Retrieved from <http://www.fnde.gov.br/index.php/rock-res2010/4681-res01710062010/>
- Fraenkel, J., & Wallen, N. (2008). *How to design and evaluate research in education* (7th ed.). New York: McGraw-Hill.
- Fundação Cecierj. (2014). *Nova Eja - Ciências da Natureza e suas Tecnologias - Biologia Física Química*. Rio de Janeiro: Fundação Cecierj.
- Gall, M. D., Gall, J. P., & Borg, W. R. (2003). *Educational Research: An Introduction* (seventh ed). Allyn and Bacon.
- Gatti, B., & Barretto, E. de S. (2009). *Professores do Brasil: impasses e desafios*. Brasília. Retrieved from <http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:Professores+do+Brasil:+impasses+e+desafios#0>
- Goodyear, P., Banks, S., Hodgson, V., & McConnell, D. (2004). *Advances in research on networked learning* (Vol. 7). Dordrecht, Netherlands: Kluwer Academic Publishers. Retrieved from http://books.google.com/books?hl=en&lr=&id=csxzm60BAEC&oi=fnd&pg=PR7&dq=Advances+in+Research+on+Networked+Learning&ots=SofNZ6E0pd&sig=3Sqs9k9DM40T1-L-xdeh_-4x9bk
- Gorsuch, R. L. (1983). *Factor Analysis* (2^a Edition). Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Graham, C. R. (2011). Theoretical considerations for understanding technological pedagogical content knowledge (TPACK). *Computers & Education*, 57(3), 1953–1960. <http://doi.org/10.1016/j.compedu.2011.04.010>
- Graham, C. R., Burgoyne, N., Cantrell, P., Smith, L., Clair, L. St., & Harris, R. (2009). TPACK Development in Science Teaching: Measuring the TPACK Confidence of Inservice Science Teachers. *TechTrends*, 53(5), 70 – 79.
- Hall, G. E., & Hord, S. M. (1987). *Change in schools: facilitating the process*. (p. 1987). Albany, NY: New York State University Press.

- Hair, J. F., Anderson, R. E., Tathan, R. L., & Black, W. C. (1998). *Multivariate data analysis (Fifth Edit)*. Prentice Hall.
- Harrington, D. (2009). *Confirmatory Factor Analysis*. Oxford University Pres.
- Harris, J., Grandgenett, N., & Hofer, M. (2010). Testing a TPACK-Based Technology Integration Assessment Rubric. In Gibson & B. Dodge (Eds.), *Proceedings of Society for Information Technology & Teacher Education International Conference* (pp. 3833–3840). Chesapeake, VA: AACE. Retrieved from <http://www.editlib.org/p/33978>
- Hauck-Filho, N. (2016). Editorial. *Avaliação Psicológica*, 15(1), i–ii. <http://doi.org/10.15689/ap.2016.1501.ed>
- Hofer, M., Grandgenett, N., Harris, J., & Swan, K. (2011). Testing a TPACK-based technology integration observation instrument. In *Teacher Education Faculty Proceedings & Presentations* (pp. 1 – 9). Retrieved from <http://digitalcommons.unomaha.edu/tedfacproc/19/>
- ISTE. (2008). The ISTE NETS and performance indicators for teachers (NETS-T). Retrieved from http://www.iste.org/docs/pdfs/20-14_ISTE_Standards-T_PDF.pdf
- Jang, S., & Tsai, M. (2013). Exploring the TPACK of Taiwanese secondary school science teachers using a new contextualized TPACK model. *Australasian Journal of Educational Technology*, 29(4), 566–580. Retrieved from <http://ascilite.org.au/ajet/submission/index.php/AJET/article/view/282>
- Johnson, R., & Wichern, D. (2007). *Applied multivariate statistical analysis* (6th ed.). Pearson Prentice Hall.
- Jonassen, D., Howland, J., Marra, R., & Crismond, D. (2008). *Meaningful learning with technology* (3rd ed). Upper Saddle River: Pearson.
- Jones, L., & Thissen, D. (2007). *A history and overview of psychometrics*. *Handbook of Statistics*, 26, 1 – 27.

- Kaufman, K. J. (2013). 21 Ways to 21st Century Skills: Why Students Need Them and Ideas for Practical Implementation. *Kappa Delta Pi Record*, 49(December 2014), 78–83. <http://doi.org/10.1080/00228958.2013.786594>
- Kitchenham, B. (2004). Procedures for performing systematic reviews. Australia. Retrieved from [http://csnotes.upm.edu.my/kelasmaya/pgkm20910.nsf/0/715071a8011d4c2f482577a700386d3a/\\$FILE/10.1.1.122.3308\[1\].pdf](http://csnotes.upm.edu.my/kelasmaya/pgkm20910.nsf/0/715071a8011d4c2f482577a700386d3a/$FILE/10.1.1.122.3308[1].pdf)
http://tests-zingarelli.googlecode.com/svn-history/r336/trunk/2-Disciplinas/MetodPesquisa/kitchenham_2004.pdf
- Koehler, M. J., & Mishra, P. (2005). Teachers learning technology by design. *Journal of computing in teacher education*, 21(3), 94-102.
- Koehler, M. J., & Mishra, P. (2008). Introducing TPCK. In A. C. on I. and Technology (Ed.), *The handbook of technological pedagogical content knowledge (TPCK) for educators* (pp. 3 – 29). American Association of Colleges of Teacher Education and Routledge, NY, New York.
- Koehler, M., Mishra, P., & Cain, W. (2013). What Is Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK)? *Journal of Education*, 193(3), 13–19.
- Koehler, M., Shin, T., & Mishra, P. (2012). How do we measure TPACK? Let me count the ways. In R. N. Ronau, C. R. Rakes, & M. L. Niess (Eds.), *Educational Technology, Teacher Knowledge, and Classroom Impact: A Research Handbook on Frameworks and Approaches* (pp. 16 – 31). United States of America: Information Science Reference. <http://doi.org/10.4018/978-1-60960-750-0.ch002>
- Koh, J. H. L., & Chai, C. S. (2014). Teacher clusters and their perceptions of technological pedagogical content knowledge (TPACK) development through ICT lesson design. *Computers & Education*, 70, 222–232. <http://doi.org/10.1016/j.compedu.2013.08.017>
- Koh, J. H. L., Chai, C. S., & Tsai, C. C. (2010). Examining the technological pedagogical content knowledge of Singapore pre-service teachers with a large-scale survey. *Journal of Computer Assisted Learning*, 26(6), 563–573. <http://doi.org/10.1111/j.1365-2729.2010.00372.x>

- Koh, J. H. L., Chai, C. S., & Tsai, C.-C. (2012). Examining practicing teachers' perceptions of technological pedagogical content knowledge (TPACK) pathways: a structural equation modeling approach. *Instructional Science*. <http://doi.org/10.1007/s11251-012-9249-y>
- Kopcha, T. J., 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. <http://doi.org/10.1016/j.compedu.2014.05.003>
- Laros, J. (2004). O uso da análise fatorial: algumas diretrizes para pesquisadores. In L. Pasquali (Ed.), *Análise fatorial para pesquisadores* (pp. 147–170). Petrópolis: Vozes.
- Law, N., Lee, M. W., & Chan, A. (2010). Policy impacts on pedagogical practice and ICT use: an exploration of the results from SITES 2006. *Journal of Computer Assisted Learning*, 26(6), 465–477. <http://doi.org/10.1111/j.1365-2729.2010.00378.x>
- Lee, S. W.-Y., Tsai, C.-C., Wu, Y.-T., Tsai, M.-J., Liu, T.-C., Hwang, F.-K., ... Chang, C.-Y. (2011). Internet-based Science Learning: A review of journal publications. *International Journal of Science Education*, 33(14), 1893–1925. <http://doi.org/10.1080/09500693.2010.536998>
- Lévy, P. (1999). *Collective intelligence: Mankind's emerging world in cyberspace*. Perseus Publishing.
- Lévy, P. (2001). *Cyberculture*. Minneapolis, MN: University of Minnesota Press.
- Liang, J., Chai, C., Koh, J., Yang, C., & Tsai, C. (2013). Surveying in-service preschool teachers' technological pedagogical content knowledge. *Australasian Journal of Educational Technology*, 29(4), 581–594. Retrieved from <http://ascilite.org.au/ajet/submission/index.php/AJET/article/view/299>
- Ling Koh, J. H., Chai, C. S., & Tay, L. Y. (2014). TPACK-in-Action: Unpacking the contextual influences of teachers' construction of technological pedagogical content knowledge (TPACK). *Computers & Education*, 78, 20–29. <http://doi.org/10.1016/j.compedu.2014.04.022>

- Liu, Q., Zhang, S., & Wang, Q. (2015). Surveying Chinese In-Service K12 Teachers' Technology, Pedagogy, and Content Knowledge. *Journal of Educational Computing Research*, (152). <http://doi.org/10.1177/0735633115585929>
- Marôco, J. (2010). *Análise de Equações Estruturais: Fundamentos teóricos, software & Aplicações*. Lisboa: ReportNumber, Lda.
- Martin, S., Diaz, G., Sancristobal, E., Gil, R., Castro, M., & Peire, J. (2011). New technology trends in education: Seven years of forecasts and convergence. *Computers & Education*, 57(3), 1893–1906. <http://doi.org/10.1016/j.compedu.2011.04.003>
- Martins, G. A. (2006). Sobre confiabilidade e validade. *Revista Brasileira de Gestão de Negócios*, 8(20), 1–12.
- Mayer, R. E. (2002). Cognitive Theory and the Design of Multimedia Instruction: An Example of the Two-Way Street Between Cognition and Instruction. *New Directions for Teaching and Learning*, 2002(89), 55–71. <http://doi.org/10.1002/tl.47>
- Meis, L. de, & Fonseca, L. (1992). O ensino de ciência e cidadania. Em Aberto, Brasília, 11(55).
- Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological Pedagogical Content Knowledge: A Framework for Teacher Knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017–1054.
- National Research Council. (2007). *Enhancing Professional Development for Teachers: Potential Uses of Information Technology*, Report of a Workshop. Washington, D.C: The National Academic Press.
- Niess, M. L. (2011). Investigating TPACK: Knowledge Growth in Teaching with Technology. *Journal of Educational Computing Research*, 44(3), 299–317. <http://doi.org/10.2190/EC.44.3.c>
- Nogueira, F., Pessoa, T., & Gallego, M.-J. (2015). Desafios e oportunidades do uso da Tecnologia para a formação contínua de professores: Uma revisão em torno do TPACK em Portugal, Brasil e Espanha. # Tear: Revista de Educação

- Ciência E Tecnologia, 4(2), 1–20. Retrieved from <http://seer.canoas.ifrs.edu.br/seer/index.php/tear/article/view/317>
- Norman, G. (2010). Likert scales, levels of measurement and the “laws” of statistics. *Advances in Health Sciences Education: Theory and Practice*, 15(5), 625–32. <http://doi.org/10.1007/s10459-010-9222-y>
- Nunnally, J. C. (1967). *Psychometric theory*. McGraw-Hill.
- Osborne, J., & Hennessy, S. (2003). *Literature Review in Science Education and the Role of ICT: Promise, Problems and Future Directions*. Bristol: United Kingdom.
- Paes, A. T. (2009). O que fazer quando a distribuição não é normal? *Einstein: Educação Continuada Em Saúde*, 7(1), 3–4.
- Pamuk, S. (2012). Understanding preservice teachers’ technology use through TPACK framework. *Journal of Computer Assisted Learning*, 28(5), 425–439. <http://doi.org/10.1111/j.1365-2729.2011.00447.x>
- Pamuk, S., Ergun, M., Cakir, R., Yilmaz, H. B., & Ayas, C. (2013). Exploring relationships among TPACK components and development of the TPACK instrument. *Education and Information Technologies*. <http://doi.org/10.1007/s10639-013-9278-4>
- Park, S., Oliver, J. S., Johnson, T. S., Graham, P., & Oppong, N. K. (2007). Colleagues’ roles in the professional development of teachers: Results from a research study of National Board certification. *Teaching and Teacher Education*, 23(4), 368–389. <http://doi.org/10.1016/j.tate.2006.12.013>
- Pasquali, L. (2009). Psicometria. *Revista Da Escola de Enfermagem Da USP*, 43(SPE), 992 – 999.
- Pasquali, L., & Primi, R. (2003). Fundamentos da teoria da resposta ao item: TRI. *Avaliação Psicológica*, 2(2), 99–110. Retrieved from http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?pid=S1677-04712003000200002&script=sci_arttext&tIng=es

- Pinheiro, J. I. D., Cunha, S. B. da, Carvajal, S. R., & Gomes, G. C. (2009). *Estatística Básica: A arte de trabalhar com dados*. Rio de Janeiro: Elsevier.
- Plomp, T., Pelgrum, W. J., & Law, N. (2007). SITES2006—International comparative survey of pedagogical practices and ICT in education. *Education and Information Technologies*, 12(2), 83–92. <http://doi.org/10.1007/s10639-007-9029-5>
- Popper, K. R. (1980). Ciência: Conjecturas e Refutações. In *Conjecturas e Refutações* (pp. 1–27). Brasília: Editora da UnB.
- Pozo, J. I., & Crespo, M. Á. G. (2009). A aprendizagem e o ensino de ciências (5a ed.). Porto Alegre: Artmed.
- Prensky, M. (2001). Digital Natives, Digital Immigrants. *On the Horizon*, 9(5), 1–6. <http://doi.org/10.1108/10748120110424816>
- Primi, R. (2012). Psicometria: fundamentos matemáticos da teoria clássica dos testes. *Avaliação Psicológica*, 11(2), 297–307.
- QEdU Academia. (2014). Censo Escolar. Retrieved April 11, 2016, from www.qedu.org.br/brasil/censo-escolar
- Reichenheim, M., & Moraes, C. (2007). Operacionalização de adaptação transcultural de instrumentos de aferição usados em epidemiologia. *Revista Saúde Pública*, 41(4), 665 – 673. Retrieved from <http://www.scielo.br/pdf/rsp/v41n4/6294.pdf>
- Ribas, J. R., & Vieira, P. R. da C. (2011). *Análise multivariada com o uso do SPSS*. Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna.
- Rienties, B., Brouwer, N., & Lygo-Baker, S. (2013). The effects of online professional development on higher education teachers' beliefs and intentions towards learning facilitation and technology. *Teaching and Teacher Education*, 29, 122–131. <http://doi.org/10.1016/j.tate.2012.09.002>
- Rogers, E. M. (1995). *Diffusion of Innovations* (4th Edition). New York: Free Press.
- 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>
- Rolando, L. G. R., Salvador, D. F., & Luz, M. R. M. P. (2013). The use of internet tools for teaching and learning by in-service biology teachers: A survey in Brazil. *Teaching and Teacher Education*, 34, 46–55. <http://doi.org/10.1016/j.tate.2013.03.007>
- Rolando, L. G. R., Salvador, D. F., Souza, A. H. S., & Luz, M. R. M. P. (2014). Learning with their peers: Using a virtual learning community to improve an in-service Biology teacher education program in Brazil. *Teaching and Teacher Education*, 44, 44–55. <http://doi.org/10.1016/j.tate.2014.07.010>
- Rolando, L. G. R., Vasconcellos, R. F. R. R., Moreno, E. L., Salvador, D. F., & Luz, M. R. M. P. (2015). Integração entre Internet e Prática Docente de Química. *Revista Virtual de Química*, 7(3), 864-879. <http://doi.org/10.5935/1984-6835.20150044>
- Rosenberg, J. M., & Koehler, M. J. (2015). Context and Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK): A Systematic Review. *Journal of Research on Technology in Education*, 47(3), 186–210. <http://doi.org/10.1080/15391523.2015.1052663>
- Salvador, D. F., Crapez, M. A. C., Rolando, R. F. R., Rolando, L. G. R., & Magarão, J. F. L. (2010). Um panorama da formação continuada de professores de Biologia e ciências através da ead no estado do rio de Janeiro. *EAD Em Foco*, 1, 59–68. Retrieved from <http://www.eademfoco.cecierj.edu.br/index.php/Revista/article/viewArticle/19>
- Salvador, D. F., Magarão, J., Struchiner, M., & Giannella, T. (2011). Laboratório Móvel de Informática (LMI) para o ensino de Ciências e Matemática: uma abordagem de utilização de um computador por aluno na sala de aula. In *ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS* (pp. 01–13). ABRAPEC. Retrieved from <http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/viiienpec/resumos/R1389-1.pdf>
- Salvador, D. F., Rolando, R. F. R., & Rolando, L. G. R. (2012). Colaborar para aprender e avaliar para formar: Um relato de experiência na formação

- continuada de professores de biologia. *Revista Brasileira de Aprendizagem Aberta E a Distância*, 11, 35 – 48.
- 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.
- Sang, G., Tondeur, J., Chai, C. S., & Dong, Y. (2014). Validation and profile of Chinese pre-service teachers' technological pedagogical content knowledge scale. *Asia-Pacific Journal of Teacher Education*, 37–41. <http://doi.org/10.1080/1359866X.2014.960800>
- Savalei, V., & Bentler, P. (2005). A Statistically Justified Pairwise ML Method for Incomplete Nonnormal Data: A Comparison With Direct ML and Pairwise ADF. *Structural Equation Modeling: A Multidisciplinary Journal*, 12(2), 183–214.
- Schermelleh-Engel, K., Moosbrugger, H., & Müller, H. (2003). Evaluating the Fit of Structural Equation Models: Tests of Significance and Descriptive Goodness-of-Fit Measures. *Methods of Psychological Research Online*, 8(2), 23–74. <http://doi.org/10.1002/0470010940>
- Schmidt, D. A., Baran, E., Thompson, A. D., Mishra, P., Koehler, M. J., & Shin, T. S. (2009). Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK): The Development and Validation of an Assessment Instrument for Preservice Teachers. *Journal of Research on Technology in Education*, 42(2), 123–149.
- Schon, D. A. (1983). *The Reflective Practitioner: How Professionals Think In Action*. New York: Basic Books.
- Secretaria de Estado de Educação do Rio de Janeiro. (2012). Currículo Mínimo - Ciências e Biologia. Rio de Janeiro. Retrieved from <http://www.rj.gov.br/web/seeduc/exibeconteudo?article-id=759820>
- Setoyama, Y., Yamazaki, Y., & Namayama, K. (2011). Benefits of peer support in online Japanese breast cancer communities: differences between lurkers and posters. *Journal of Medical Internet Research*, 13(4), 122. <http://doi.org/10.2196/jmir.1696>

- Shulman, L. S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4–14. Retrieved from <http://www.jstor.org/stable/10.2307/1175860>
- Shulman, L. S. (1987). Knowledge and Teaching: Foundations of New Reform. *Harvard Educational Review*, 57(1), 01 – 21.
- Shulman, L. S., & Shulman, J. H. (2004). How and what teachers learn: a shifting perspective. *Journal of Curriculum Studies*, 36(2), 257–271. <http://doi.org/10.1080/0022027032000148298>
- Srisawasdi, N. (2012). The Role of TPACK in Physics Classroom: Case Studies of Preservice Physics Teachers. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 46, 3235–3243. <http://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.06.043>
- Sternberg, R. J. (2006). *Cognitive Psychology (Fourth Edi)*. United States of America: Thomson Wardsworth.
- Sternberg, R. J., & Sternberg, K. (2012). *Cognitive psychology (Sixth Edit)*. Wadsworth Cengage Learning.
- Stevens, S. (1946). On the theory of scales of measurement. *Science*, 103(2684), 677–680. Retrieved from http://personal.stevens.edu/~ysakamot/719/week3/Stevens_Measurement.pdf
- Teixeira, D. E., Benchimol, M., Crepaldi, P. H., & de Souza, W. (2012). Interactive multimedia to teach the life cycle of *Trypanosoma cruzi*, the causative agent of Chagas disease. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 6(8), e1749. <http://doi.org/10.1371/journal.pntd.0001749>
- Tortop, H. (2013). Development of teachers' attitude scale towards science fair. *Educational Research and Reviews*, 8(2), 58–62. <http://doi.org/10.5897/ERR12.118>
- Treacy, B., Kleiman, G., & Peterson, K. (2002). Successful online professional development. *Learning and Leading with Technology*, 30(1), 42 – 47. Retrieved from http://olms.noinc.com/olms/data/resource/1686/SuccessfulOnlinePD_.pdf

- UNESCO. (2005). *Hacia las sociedades del conocimiento*. Editorial UNESCO. Paris, France. Retrieved from <http://www.unesco.org/publications>
- UNESCO. (2008). *ICT competency standards for teachers*. United Kingdom. Retrieved from <http://www.unesco.org/publications>
- UNESCO. (2011). *Unesco ICT competency framework for teachers*. Paris, France. Retrieved from <http://www.unesco.org/publications>
- Villani, A., Almeida Pacca, J. L., & Freitas, D. (2009). Science Teacher Education in Brazil: 1950–2000. *Science & Education*, 18(1), 125–148. <http://doi.org/10.1007/s11191-007-9116-4>
- Voogt, J., Erstad, O., Dede, C., & Mishra, P. (2013). Challenges to learning and schooling in the digital networked world of the 21st century. *Journal of Computer Assisted Learning*, 29(5), 403–413. <http://doi.org/10.1111/jcal.12029>
- 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>
- Wu, Y.-T. (2013). Research trends in technological pedagogical content knowledge (TPACK) research: A review of empirical studies published in selected journals from 2002 to 2011. *British Journal of Educational Technology*, 44(3), E73–E76. <http://doi.org/10.1111/j.1467-8535.2012.01349.x>