

Maíra Marques de Oliveira

**CONHECIMENTO PEDAGÓGICO E TECNOLÓGICO DO
CONTEÚDO NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES NA
EDUCAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica da Universidade Federal de Santa Catarina para obtenção do Grau de Mestre em Educação Científica e Tecnológica.

Orientador: Prof. Dr. Henrique César da Silva

Coorientadora: Prof. Dra. Marina Bazzo de Espíndola

Florianópolis
2017

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária
da UFSC.

Oliveira, Maira Marques de
Conhecimento pedagógico e tecnológico do conteúdo
na formação de professores na Educação Científica e
Tecnológica / Maira Marques de Oliveira ; orientador,
Henrique César da Silva, coorientador, Marina
Bazzo de Espindola, 2017.
168 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de
Santa Catarina, Centro de Ciências Físicas e
Matemáticas, Programa de Pós-Graduação em Educação
Científica e Tecnológica, Florianópolis, 2017.

Inclui referências.

1. Educação Científica e Tecnológica. 2. Formação de
Professores. 3. Framework TPACK. 4. Integração das
TDIC. 5. TPCK. I. Silva, Henrique César da . II.
Espindola, Marina Bazzo de. III. Universidade
Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação
em Educação Científica e Tecnológica. IV. Título.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS FÍSICAS E MATEMÁTICAS
CENTRO DE CIÊNCIAS DA EDUCAÇÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO
CURSO DE MESTRADO EM EDUCAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA

“Conhecimento pedagógico e tecnológico do conteúdo na
formação de professores na Educação Científica e Tecnológica”

Dissertação submetida ao Colegiado do
Curso de Mestrado em Educação
Científica e Tecnológica em
cumprimento parcial para a obtenção
do título de Mestre em Educação
Científica e Tecnológica

APROVADA PELA COMISSÃO EXAMINADORA EM 31 de agosto de 2017.

Dr. Henrique César da Silva (Orientador - PPGECT/UFSC): _____

Dra. Marina Bazzo de Espíndola (Coorientadora - MEN/UFSC): _____

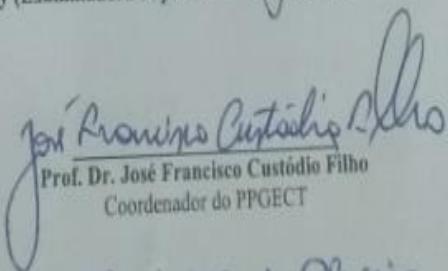
Dr. José André Peres Angotti (Examinador - PPGECT/UFSC): _____

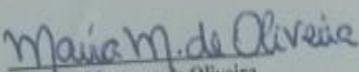
Dra. Edla Maria Faust Ramos (Examinadora - PPGCC/UFSC): _____

Dr. Daniel Ribeiro Silva Mill (Examinador - UFSCar): _____

Dr. Márcio Vieira de Souza (Examinador Suplente - PPGEGC/UFSC): _____

Dra. Roseli Zen Cerny (Examinadora Suplente - PPGE/UFSC): _____


Prof. Dr. José Francisco Custódio Filho
Coordenador do PPGECT


Maria Marques de Oliveira
Florianópolis, Santa Catarina, 2017

Aos meus pais e à meu noivo, por trazerem luz, alegrias, amor e sorrisos à minha vida. Por suportarem minhas ausências e chatices, meus sorrisos e minhas lágrimas, meus silêncios e minhas vozes, por estarem ao meu lado nessa conquista. Vocês muito me inspiram sabedoria e me dão capacidade de sonhar.

AGRADECIMENTOS

Ao rever o caminho percorrido, percebo que cada linha escrita reúne contributos de várias pessoas. Sou especialmente grata:

Aos professores Dr. Henrique César da Silva e Dr^a. Marina Bazzo de Espíndola pelo apoio, atenção, incentivo e orientação durante o processo de elaboração deste trabalho e pelo carinho no momento em que tive que me afastar da pesquisa. Acima de tudo, obrigada por continuar a acompanhar-me nesta jornada e por estimular o meu interesse na formação de professores para a integração das tecnologias digitais.

Aos membros da banca de qualificação, Dr^a. Altina Ramos, Dr^a. Adriana Mohr e Dr^a. Edla Maria Faust Ramos pelas contribuições que resultaram em um novo direcionar do trabalho.

À todos do Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica, que sempre me atenderam com disposição, colaborando na minha trajetória no mestrado e no meu enriquecimento intelectual.

Aos colegas do curso do mestrado, aos colegas da especialização Educação e Tecnologias, aos colegas de trabalho, aos Congressos, Encontros e Seminários pelos momentos de trocas e incentivos na elaboração desta dissertação. Para não correr o risco de não falar de algum, não vou identificar ninguém, aqueles a quem este agradecimento se dirige sabê-lo-ão.

Aos pesquisadores sobre o TPACK que me encaminharam seus trabalhos, artigos e livros, e me deram sugestões sobre onde encontrar os artigos científicos gratuitamente. Suas contribuições muito enriqueceram esta dissertação.

Aos meus pais por todo amor, apoio, força e carinho. Por sempre respeitar e incentivar as minhas escolhas. Por acreditar que tudo daria certo no final, pelas conversas, pelas risadas, ajudas e companheirismo.

Ao Everton, que me inspira, me alegra e me acompanha em cada passo e, durante a jornada do mestrado, me compreendeu nas ausências, me deu acolhimento nos momentos de dificuldade, compartilhou comigo as tarefas domésticas, o que muito facilitou a concretização deste trabalho.

Enfim, quero demonstrar o meu agradecimento, a todos que, de um modo ou de outro, tornaram possível a realização da presente dissertação, estimulando-me intelectual e emocionalmente.

A todos o meu sincero e profundo Muito Obrigada!

Porque cada um, independente das habilitações que tenha, ao menos uma vez na vida fez ou disse coisas muito acima da sua natureza e condição, e se a essas pessoas pudéssemos retirar do quotidiano pardo em que vão perdendo os contornos, ou elas a si próprias se retirassem de malhas e prisões, quantas mais maravilhas seriam capazes de obrar, que pedaços de conhecimento profundo poderiam comunicar, porque cada um de nós sabe infinitamente mais do que julga e cada um dos outros infinitamente mais do que neles aceitamos reconhecer.”

José Saramago

RESUMO

As formações de professores para a integração das tecnologias digitais de informação e comunicação no Brasil tem alterado seu foco, saindo de uma formação baseada unicamente no enfoque tecnológico para uma que estabelece relações estreitas com a prática do professor. Compreendendo que o *framework Technological Pedagogical Content Knowledge* (TPACK) pode ser um interessante quadro teórico para a formação de professores, esta pesquisa busca entender as suas contribuições para a formação de professores para a integração das TDIC na Educação Científica e Tecnológica. Assim, o objetivo dessa pesquisa é identificar as possibilidades, limites e desafios do *framework* TPACK na formação de professores para a integração das TDIC na Educação Científica e Tecnológica. Nesse sentido, foi conduzida uma revisão sistemática buscando responder questões de pesquisa, diretamente relacionadas aos objetivos específicos dessa pesquisa: O que é o *framework* TPACK? Como os conhecimentos que compõem o *framework* estão relacionados? De que forma o *framework* tem sido utilizado na formação de professores? De que forma o *framework* TPACK tem sido utilizado na Educação Científica e Tecnológica? Os estudos selecionados foram publicados entre 2005 e dezembro de 2016, incluindo os disponíveis *on line* em 2016, mas datados como sendo de 2017. As bases de dados utilizadas foram Scopus, Web of Science, Springer, Scielo e ERIC. Dos 5.050 artigos identificados, 724 foram selecionados conforme os critérios de inclusão e exclusão elaborados. Como o número de artigos selecionados foi elevado, ao longo da sumarização foram escolhidas as fontes imprescindíveis ou mais relacionadas ao objetivo desta revisão. Em geral, os estudos incluídos nesta revisão permitem chegar à conclusão de que o *framework* TPACK possibilita uma compreensão da integração entre conteúdo, pedagogia e tecnologia, mostrando ser um interessante referencial para a formação de professores para a integração das TDIC na Educação Científica e Tecnológica. No entanto, essa revisão apontou para uma fraca teorização sobre os conhecimentos que fazem parte do *framework*, uma definição de tecnologia como apenas ferramenta pedagógica e poucos estudos sobre o TPACK na Educação Científica e Tecnológica. Esses fatores acabam dificultando a utilização do *framework* TPACK como quadro teórico único para uma formação crítica e criativa dos professores de Ciências para a integração das TDIC.

Palavras-chave: TPACK, Formação de professores, Integração das TDIC.

ABSTRACT

Teacher training for the integration of digital information and communication technologies in Brazil has changed its focus, going out from a formation based solely on the technological focus to a formation that establishes close relations with the teacher's practice. Understanding that the *Technological Pedagogical Content Knowledge* (TPACK) *framework* can be an interesting theoretical *framework* for teacher training, this research seeks to understand the contributions of the TPACK *framework* for the teachers training to the integration of TDIC in Scientific and Technological Education. Thus, the objective of this research is to identify the possibilities, limits and challenges of the TPACK *framework* in the training of teachers for the integration of the TDIC in Scientific and Technological Education. In this sense, a systematic review of the literature was conducted looking to answer research questions, directly related to the specific objectives of this research: What is the TPACK *framework*? How the knowledges that makes up the *framework* are related? In what way the *framework* has been used in teacher training? In what way the TPACK *framework* has been used in Scientific and Technological Education? The selected studies were published between 2005 and December 2016, including those available online in 2016 but dated as of 2017. The databases used were the Scopus, Web of Science, Springer, Scielo and ERIC databases. Of the 5,050 articles identified, 724 were selected according to the inclusion and exclusion criteria elaborated. As the number of articles selected was high, throughout the summarization, the sources that were essential or more related to the objective of this review were selected. In general, the studies included in this review allow us to reach the conclusion that the TPACK *framework* allows an understanding of the integration between content, pedagogy and technology, showing an interesting reference for the teachers training to the integration of TDIC in Scientific and Technological Education. However, this review pointed to a weak theoreticalisation about the knowledge that is part of the *framework*, a definition of technology as only a pedagogical tool and few studies about TPACK in Scientific and Technological Education. These factors make it difficult to use the TPACK *framework* as a single theoretical *framework* for a critical and creative formation of Science teachers for the integration of TDICs.

Keywords: TPACK, Teacher education, ICT Integration.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Relações entre tecnologia, quadro teórico e os componentes de um programa de formação.....	32
Figura 2: Etapas da revisão sistemática.....	41
Figura 3: Questões de pesquisa e objetivos relacionados.....	43
Figura 4: Etapa de sumarização no software Start	55
Figura 5: Representação gráfica do <i>framework</i> TPACK na abordagem transformativa	60
Figura 6: Representação gráfica da abordagem integrativa do TPACK	62
Figura 7: Representação gráfica do <i>framework</i> TPACK.....	66
Figura 8: Representação gráfica dos níveis contextuais no <i>framework</i> TPACK.....	78
Figura 9: Representação gráfica proposta por Rosenberg e Koehler (2015) para a estrutura conceitual para contexto do <i>framework</i> TPACK de Porras-Hernandez e Salinas-Amezcuca (2013).....	79
Figura 10: Representação gráfica das dimensões do contexto para <i>framework</i> TPACK	80
Figura 11: Conhecimentos integrados desenvolvidos durante a formação inicial de professores para a integração das TDIC	88

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Conhecimentos que integram o PCK no ensino de Ciências	111
Quadro 2 - Conhecimentos integrados do <i>framework</i> TPACK no ensino de Ciências	117

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Revisões sistemáticas sobre o <i>framework</i> TPACK.	45
Tabela 2: Resultados das <i>strings</i> de busca nas Base de Dados	50
Tabela 3: Número de trabalhos excluídos na leitura do título e resumo do trabalho, segundo os critérios de exclusão	52
Tabela 4: Número de trabalhos excluídos na leitura da a leitura da metodologia e conclusão dos trabalhos, segundo os critérios de exclusão	53
Tabela 5: Número de artigos selecionados conforme a Base de Dados	54

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

EDUCOM - Projeto Educação com Computador

MEC - Ministério da Educação

PCK - Conhecimento pedagógico do conteúdo

PK- Conhecimento pedagógico

ProInfo - Programa Nacional de Tecnologia Educacional

Proninfe - Programa Nacional de Informática Educativa

ProUCA -Programa um computador por aluno

TCK - Conhecimento tecnológico do conteúdo

TDIC - Tecnologia digital da informação e comunicação

TIC - Tecnologia da informação e comunicação

TK - Conhecimento tecnológico

TPACK - Conhecimento pedagógico tecnológico do conteúdo

TPCK - Conhecimento pedagógico tecnológico do conteúdo

TPK - Conhecimento pedagógico tecnológico

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	25
1.1	A FORMAÇÃO DE PROFESSORES PARA A INTEGRAÇÃO DAS TDIC.....	26
1.2	O DESENVOLVIMENTO DE UM PROGRAMA DE FORMAÇÃO.....	30
2	PERCURSO METODOLÓGICO	39
2.1	REVISÃO SISTEMÁTICA	39
2.2	AS ETAPAS DA REVISÃO SISTEMÁTICA QUALITATIVA ...	41
2.2.1	O planejamento da Revisão Sistemática.....	42
2.2.2	Execução da Revisão Sistemática.....	49
2.2.3	A Sumarização da metassíntese	54
3	LUZES E SOMBRAS DO <i>FRAMEWORK</i> CONHECIMENTO PEDAGÓGICO TECNOLÓGICO DO CONTEÚDO.....	57
3.1	O <i>FRAMEWORK</i> CONHECIMENTO PEDAGÓGICO TECNOLÓGICO DE CONTEÚDO	58
3.2	AS ABORDAGENS TRANSFORMATIVA E INTEGRATIVA DO <i>FRAMEWORK</i> TPACK	59
3.3	OS CONHECIMENTOS NA ABORDAGEM INTEGRATIVA DO <i>FRAMEWORK</i> TPACK	63
3.3.1	Conhecimento do conteúdo.....	63
3.3.2	Conhecimento pedagógico	64
3.3.3	Conhecimento tecnológico	65
3.3.4	Conhecimento pedagógico do conteúdo.....	67
3.3.5	Conhecimento Tecnológico do Conteúdo	68
3.3.6	Conhecimento Pedagógico Tecnológico.....	70
3.3.7	Conhecimento pedagógico tecnológico do conteúdo.....	70
3.3.8	Contexto	76
3.4	O FUTURO DO <i>FRAMEWORK</i> TPACK.....	81

4 O *FRAMEWORK* TPACK NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES

83

4.1 A FORMAÇÃO DE PROFESSORES NAS ABORDAGENS INTEGRATIVA E TRANSFORMATIVA DO *FRAMEWORK* TPACK

83

4.1.1 O *framework* TPACK e a formação inicial de professores..... 85

4.1.2 O *framework* TPACK na formação continuada 88

4.2 MODELOS FORMATIVOS QUE UTILIZAM O *FRAMEWORK* TPACK 90

4.3 SITUAÇÕES DE ENSINO E APRENDIZAGEM NOS PROGRAMAS DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES..... 97

4.3.1 *Learning technology by design* 97

4.3.2 Colaboração entre os pares 99

4.3.3 Reflexão na ação e sobre a ação 100

4.3.4 Narrativas pessoais 100

4.3.5 Estudo sobre o *framework* TPACK 101

4.3.6 Exemplos de boas práticas 102

5 REFLEXÕES SOBRE A REVISÃO..... 103

6 O *FRAMEWORK* TPACK NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES DO ENSINO DE CIÊNCIAS 119

6.1 TRAÇANDO POSSIBILIDADES PARA AS FORMAÇÕES DE PROFESSORES DE CIÊNCIAS PARA A INTEGRAÇÃO DAS TDIC

121

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS 129

REFERÊNCIAS 133

1 INTRODUÇÃO

Os avanços tecnológicos, especialmente os ocorridos após a disseminação da internet, moldam nossas experiências, modificando a forma como nos relacionamos com os objetos, com as pessoas e com o conhecimento, além de alterar nossa percepção de tempo e espaço. Nesse sentido, as tecnologias digitais passam a ser elementos centrais da cultura contemporânea¹. Assim, a cultura digital deve ser compreendida não apenas como o conjunto de transformações tecnológicas, numa alteração do mundo analógico para o mundo do *bit*, mas principalmente como

a cultura das redes, do compartilhamento, da criação coletiva, da convergência. São processos vivos de articulação, processos políticos, sociais, que impactam nosso modo de vida, de construção e de formulação. E que encontra no digital não um suporte, mas um modo de elaboração (MANEVY, 2009, p. 35).

Preto e Assis (2008) salientam que a articulação entre a educação e a cultura digital se concretiza através das “possibilidades de organização em rede, com apropriação criativa dos meios tecnológicos de produção de informação, acompanhado de um forte repensar dos valores, práticas e modos de ser, pensar e agir da sociedade, o que implica na efetiva possibilidade de transformação social” (p. 82). No contexto escolar, compreender a cultura digital apenas na perspectiva tecnológica, embora possa dar um verniz de modernidade à prática pedagógica do professor, não é suficiente para uma educação na cultura digital. Afinal, a cultura digital é mais do que tecnológica, é política, é social, e é cultura.

Assim, consideramos que integrar as tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC2) ao currículo de forma qualitativa

¹ Compreendemos, assim como Lister et al. (2009), que toda cultura é tecnológica, pois “without recording technologies of some kind (tablets, paper, wax, movable print, analogue and digital electronics and so forth), the cultures we all inhabit would not exist” (p. 16).

² O termo tecnologia da informação e comunicação (TIC) tem alterado seu foco ao longo dos anos e atualmente refere-se a vários aspectos específicos da utilização da tecnologia dentro das escolas, abrangendo o uso da tecnologia para apoiar a aprendizagem, bem como a própria tecnologia digital (TWINING, HENRY, 2014). Assim, a diferenciação entre TDIC e TIC tornou-se fluida e alguns autores assumem a não diferenciação entre os dois termos, postura adotada neste trabalho.

deve significar analisar e trazer a cultura digital para a escola e demais espaços de aprendizagem. Compreendemos que no termo integração está contido um senso de integridade ou totalidade, em que os elementos essenciais de um sistema estão perfeitamente combinados para formar um todo (WANG, WOO, 2007). Dessa forma, a compreensão da integração das tecnologias supera os aspectos meramente tecnológicos, dialogando essencialmente com os conteúdos curriculares, aspectos pedagógicos e o contexto social, cultural e político em que essa integração ocorre. Nesse sentido, a integração das TDIC ao currículo deve ser compreendida como um processo que mais do que a disponibilidade das tecnologias³ e habilidades técnicas para utilizá-las, envolve conhecimentos de diferentes naturezas: conhecimentos das áreas específicas, conhecimentos pedagógicos, conhecimentos tecnológicos, conhecimentos do contexto e as relações entre estes saberes (KOEHLER, MISHRA, 2009; NIESS et al., 2009; GRAHAM, BORUP, SMITH, 2012; KOEHLER, SHIN, MISHRA, 2012; NIESS, 2015) Além disso a integração curricular das TDIC deve pressupor uma relação destas tecnologias e da cultura digital com a educação em sentido duplo: como novos conteúdos e objetos de análise e como novas linguagens e ferramentas pedagógicas (BELLONI, 2005; FANTIN, 2005; FANTIN, 2006; BÉVORT, BELLONI, 2009).

1.1 A FORMAÇÃO DE PROFESSORES PARA A INTEGRAÇÃO DAS TDIC

As Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação de Professores da Educação Básica instituem o “uso competente das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) para o aprimoramento da prática pedagógica e a ampliação da formação cultural dos(das) profissionais do magistério e estudantes” (BRASIL, 2015, p. 25) como orientação inerente à formação para a atividade docente. A formação de professores para a integração das TDIC pode ocorrer durante a graduação ou em cursos de formação continuada (TOIT, 2015).

No Brasil, o estudo sobre a integração das TDIC estava inicialmente apenas em cursos de especialização, passando

³ Embora a disponibilidade das TDIC não garanta a sua integração no currículo, a ausência de tecnologias digitais de informação e comunicação nas escolas ou a falta de manutenção dessas tecnologias são um obstáculo crucial para a integração das TDIC (MOREIRA, GOROSPE, 2010).

posteriormente para linhas de pesquisas em programas de mestrado e doutorado e, mais recentemente, alguns cursos de licenciatura os incluíram no currículo da formação inicial de professores (ALMEIDA, 2008). Compreendemos, assim como Beyerbach, Walsh e Vannatta (2001) que nas licenciaturas, uma abordagem totalmente integrada para o uso das tecnologias digitais - na qual as TDIC estão presente em todos os aspectos da formação- pode ter um impacto positivo nas atitudes e concepções sobre a tecnologia, modificando de sobremaneira a forma como os professores utilizam as TDIC em sua prática pedagógica.

Alguns autores (STAHL, 1997; HOHENFELD, PENIDO, LAPA, 2012), consideram importante a inclusão de uma disciplina específica nos cursos de licenciatura para preparar os futuros professores sobre a integração das TDIC, apontando sua ausência como um obstáculo para a integração. No entanto, a questão não deve ser a inclusão de uma disciplina específica como garantia de que a integração das TDIC ao ensino e aprendizagem será abordada durante a formação inicial. O que devemos buscar é que as discussões sobre a integração das TDIC perpassem todo o currículo da formação, relacionando teoria e prática, refletindo sobre a prática pedagógica e articulando diferentes domínios de conhecimento. Assim, teríamos o “desenvolvimento de uma competência para o uso educacional das tecnologias digitais através de sua efetiva incorporação nas várias instâncias e momentos da formação do educador” (MARINHO, 2008, p. 35). Desse modo, na formação inicial dos futuros professores temos

a necessidade de que o licenciando entre em contato com a informática em vários momentos de sua formação, seja como instrumento para ele mesmo estudar, seja discutindo a informática como recurso didático a ser usado em sua futura prática pedagógica. Deste modo, ele estará bastante familiarizado com este instrumento, que fará parte de sua rotina escolar. Este tipo de ação deve, portanto, envolver todo o corpo docente que trabalha com este futuro professor (BITTAR, 2000, p. 103).

Nesse mesmo sentido, Thompson, Bull e Willis (2002) identificam três princípios para a formação de professores para a integração das TDIC, sendo eles (1) as TDIC devem estar difundidas em todo o programa de formação dos professores, (2) as TDIC devem ser introduzidas no contexto e (3) os alunos devem experimentar ambientes inovadores suportados com as TDIC durante a sua formação. O princípio

do contexto refere-se ao fato de que as tecnologias não precisam ser ensinadas aos futuros professores como um conhecimento isolado, mas dentro de outras disciplinas, dialogando entre a teoria, a prática e os outros conhecimentos.

Analisando o programa de ensino das disciplinas de 123 cursos de licenciaturas de universidades estaduais paulista Lopes e Fürkotter (2010) observaram que a tecnologia era apresentada nesses cursos como conteúdo de ensino (conhecimentos sobre o computador), como tema de discussão, como conteúdo programático (nas disciplinas de metodologia, prática ou instrumentação), como recurso metodológico declarado pelo professor formador para uso nas aulas da disciplina e como conteúdo desvinculado da área educacional. Essa pesquisa evidencia que esse contato com a tecnologia em diversos momentos da formação inicial do futuro licenciando já está ocorrendo em algumas licenciaturas, embora nem sempre seja suficiente para que não haja hesitação do futuro professor ao utilizar a TDIC (MARINHO, 2008). No entanto, o modelo original das licenciaturas, em que as disciplinas de conteúdo precedem e pouco se articulam com as disciplinas pedagógicas (PEREIRA, 2006), ainda é a realidade em muitos programas de formação inicial de professores.

A maioria das formações para o uso das TDIC ocorrem quando o professor já está em sala de aula (TOIT, 2015), sendo que essa formação pode ser presencial, a distância ou mista. Dentre as principais iniciativas de formação continuada para o uso das tecnologias no Brasil, temos o Projeto Educação com Computador⁴ (EDUCOM), o Programa Nacional de Informática Educativa⁵ (Proninfe) e o Programa Nacional de

⁴ O projeto EDUCOM, implementado em 1984 pelo Ministério da Educação (MEC), foi o primeiro programa de informática na educação do Brasil, atuando na capacitação de recursos humanos, para subsidiar a decisão de informatizar a educação pública brasileira, e na criação de centros-pilotos em cinco universidades brasileiras, para fomentar a pesquisa sobre a informática na educação (OLIVEIRA, 1987; VALENTE, 1998a; VALENTE, 1998b; ALMEIDA, 2008).

⁵ O Proninfe, instituído pelo MEC em 1989, funcionava de forma descentralizada, através de centros de informática na educação espalhados por todo o país. A formação continuada do Proninfe abrangia a preparação de professores para o ensino da informática como disciplina e para ensino baseado no uso do computador (BRASIL, 1994), buscando uma superação da abordagem educacional baseada na transmissão de informações (ALMEIDA, 2008).

Tecnologia Educacional⁶ (Proinfo). As formações de professores desenvolvidas nesses programas muitas vezes foram concebidas como pacotes prontos, independentes da prática desenvolvida nas instituições escolares, tendo forte caráter prescritivo, estabelecendo algumas distâncias da realidade escolar, revelando a dicotomia entre teoria e prática e formação e ação (NASCIMENTO, 1997; VALENTE, ALMEIDA, 1997; ALMEIDA, 2000).

Esse distanciamento não é exclusivo das formações para a integração das TDIC, Pereira (2006) aborda essa desarticulação entre a formação acadêmica e a realidade prática nas licenciaturas, uma vez que a universidade “privilegia a teoria em detrimento da formação em um contexto prático” (p. 63). Sanavria e Morelatti (2014) afirmam que

a formação inicial ainda não atende as reais necessidades de reflexão que se apresentam, assim como a formação continuada perpetua um modelo centrado na instrumentalização desprovida de uma

⁶ O Proinfo, lançado no ano de 1997 através da Portaria nº 522 de 09 de abril de 1997, com o nome de Programa Nacional de Informática na Educação, visava equipar as escolas com computadores de modo a promover o uso da tecnologia como ferramenta de enriquecimento pedagógico no ensino público fundamental e médio. Mediante a criação do decreto nº 6.300 de 12 de dezembro de 2007, o Proinfo passa a ser denominado Programa Nacional de Tecnologia Educacional, tendo como meta promover o uso pedagógico das tecnologias de informação e comunicação nas redes públicas de educação básica. Apesar da alteração no nome do Programa, a capacitação dos agentes educacionais envolvidos continua a se configurar como um de seus objetivos, bem como a instalação de ambientes tecnológicos nas escolas e a disponibilização de conteúdos e recursos educacionais multimídia e digitais. Diante desse contexto, surge o Programa Nacional de Formação Continuada em Tecnologia Educacional (Proinfo Integrado), o qual constitui-se como um programa de capacitação voltado para o uso didático-pedagógico das tecnologias da informação e comunicação, atuando de forma articulada com a distribuição de equipamentos tecnológicos e a oferta de recursos e conteúdos digitais (ESTEVÃO, PASSOS, 2015). O Proinfo Integrado engloba um conjunto de processos formativos, dentre os quais o curso Introdução à Educação Digital, o curso Tecnologias na Educação: Ensinando e Aprendendo com as TICs, a formação do Programa Um Computador por Aluno (ProUCA) e o Curso Mídias na Educação (ARAUJO, FREIRE, 2009; VALENTE, MARTINS, 2011; DAMASCENO, BONILLA, PASSOS, 2012; BERGMANN, OLIVEIRA, OLIVEIRA, 2013; OLIVEIRA, ESPÍNDOLA, SILVA, 2015).

análise relacionada à realidade na qual o professor está inserido. A distância entre o que é apresentado ao professor e a realidade que o mesmo vivencia no seu cotidiano leva a uma precarização do processo formativo, pouco contribuindo para uma mudança de prática pedagógica. O professor é retirado do seu espaço e, fora do seu ambiente de trabalho, entra em contato com recursos sem ter a chance de vivenciar e trocar experiências sobre o uso dos mesmos no seu contexto de trabalho (p. 517-518).

No entanto, esta realidade vem sendo modificada, concebendo a escola como lócus da formação, entendendo e se adaptando às particularidades locais e aos interesses dos professores em formação.

1.2 O DESENVOLVIMENTO DE UM PROGRAMA DE FORMAÇÃO

Para a promoção de uma integração das TDIC na perspectiva crítica e criativa, acreditamos que é necessário uma formação de professores sobre e para a cultura digital (FANTIN, 2006; BÉVORT, BELLONI, 2009, FANTIN, RIVOLTELLA, 2013) que articule teoria e prática (PEREIRA, 2006). Nesse sentido, não devemos nos preocupar com a inserção das tecnologias na escola, mas com a leitura crítica dos meios de comunicação e informação, o que faz com que as tecnologias sejam compreendidas não apenas como ferramentas pedagógicas, mas principalmente como objetos de estudo (BÉVORT, BELLONI, 2009, FANTIN, RIVOLTELLA, 2013). Nesse sentido, a integração das TDIC à educação só faz sentido quando estas são integradas em uma dupla dimensão, ou seja, como ferramentas pedagógicas e como objetos de estudo, possibilitando uma educação para as mídias, com as mídias, sobre as mídias e pelas mídias (BÉVORT, BELLONI, 2009). Na perspectiva da mídia-educação, Gallego (2011) explica que as formas de integração das TDIC ao currículo são reflexos de um contexto, especialmente do modelo curricular mais amplo orientado pelas políticas educacionais, as quais orientam o sistema educativo em um país.

As abordagens de formação de professores para a integração das TDIC baseadas unicamente no enfoque técnico, ou seja, na racionalidade instrumental, compreendem que as dimensões técnica e pedagógica estão separadas, ignorando as relações existentes entre essas duas dimensões, o que faz com que a formação acabe por ter uma centralidade nos aspectos

técnicos das TDIC (MALAQUIAS, PEIXOTO, 2016). Compreendemos que a formação de professores para a integração das TDIC deve pretender uma apropriação crítica e criativa das mídias e para tal, a formação deve abranger o enfoque técnico, crítico e prático das mídias.

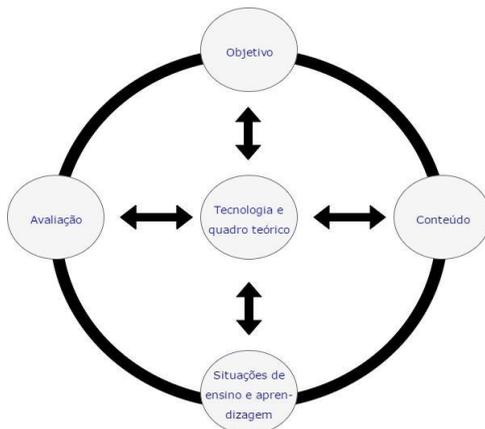
O **enfoque técnico** compreende o uso das T[D]IC como meios para transmitir e reproduzir informações, caracterizando-se pelo uso meramente instrumental dessas tecnologias. O **enfoque prático**, por sua vez, se refere ao caráter produtivo e criativo das T[D]IC, na qual professores e estudantes podem requerer os recursos tecnológicos para produzir novos conteúdos/informações e objetos de aprendizagem. Nessa perspectiva, professores e estudantes exercem um papel mais ativo e autônomo diante das T[D]IC, considerando a sua capacidade de aprender a partir do acesso as múltiplas fontes de informação disponíveis atualmente e de produzir conteúdos utilizando as possibilidades técnicas que as tecnologias oferecem. O **enfoque crítico** envolve o uso das T[D]IC como elementos de análise, reflexão, crítica e transformação de práticas e valores transmitidos pelas mensagens/conteúdos midiáticos e tecnológicos, promovendo uma atitude crítica em relação a essas tecnologias. (BIANCHI, 2015, p. 149, grifos nossos).

Na perspectiva do domínio crítico das TDIC, é preciso que os professores “conheçam, interpretem, utilizem, reflitam e dominem criticamente a tecnologia para não serem por ela dominados” (SAMPAIO; LEITE, 1999, p. 19). As TDIC devem ser integradas dentro de uma perspectiva crítica e criativa, a qual compreende as tecnologias como instrumentos cognitivos que ampliam o pensamento humano, podendo assim ser usadas na construção da aprendizagem. Dessa forma, os papéis em sala de aula acabam se modificando, de modo que os professores transcendam o domínio do conhecimento pedagógico do conteúdo, passando a atuar como mediadores, e os estudantes tornam-se atores do seu próprio processo de aprendizagem. Além disso, entende-se nessa perspectiva que o uso das TDIC pode alterar a relação entre os atores envolvidos no processo de ensino e aprendizagem, e entre esses atores, o conhecimento e a aprendizagem (AMANTE, 2011).

O desenvolvimento profissional do professor é um componente crucial para a integração das TDIC, sendo que a formação só terá impacto se propuser a transformação das práticas pedagógicas em consonância com a cultura digital, num processo de desenvolvimento contínuo e alinhado à outras mudanças no sistema educacional e ao contexto em que o professor atua. O papel dos formadores de professores é desafiar os docentes a incorporar as TDIC de forma crítica e criativa aos processos educacionais, sendo que o quadro teórico adotado na concepção e implementação da formação influencia diretamente na elaboração desses desafios.

Nesse sentido, compreendemos que o quadro teórico na formação de professores para o uso das TDIC explica as concepções de ensino, integração das TDIC, tanto na concepção quanto na implementação dos programas de formação. O quadro teórico de uma formação influencia e é influenciado pelo objetivo, conteúdo, situações de ensino e aprendizagem e avaliação planejados para a formação (Figura 1), sendo que esses componentes não devem ser compreendidos separadamente, uma vez que apresentam uma relação dinâmica e interativa entre eles (DEMIR, 2011).

Figura 1: Relações entre tecnologia, quadro teórico e os componentes de um programa de formação



Fonte: Adaptada de Demir (2011).

O desenvolvimento de um programa de formação para uso das TDIC frequentemente inicia com a definição do público alvo, o que permite uma análise das suas necessidades, das características do contexto em que atuam e de seu papel enquanto profissional (ALMEIDA, 2007; DEMIR, 2011). Ao identificarmos o público alvo, ocorre a definição se o programa é uma formação inicial ou formação continuada. A concepção desses dois tipos de formações para a integração das TDIC é diferente por diversas razões, dentre as quais o fato de que a formação continuada se ancora na atuação profissional do professor em formação, tendo como pano de fundo a construção de significados a partir da reflexão na ação e reflexão sobre a ação no contexto da sala de aula.

Além disso, a formação deve se basear na atuação profissional do cursista, de modo a estabelecer uma “congruência entre o processo vivido pelo cursista no curso e a prática profissional” (ALMEIDA, 2007). Assim, a formação deve trazer questões do contexto da prática do professor, permitindo a ele ampliar seu olhar sobre sua própria atividade. Assim, numa proposta de formação para o coletivo que atua na escola, o percurso formativo para a equipe de gestão da escola deve trazer particularidades que são diferentes da formação proposta para os professores, sendo estas particularidades relacionadas aos objetivos da formação.

Os objetivos da formação expressam as competências que são desejadas que os participantes alcancem ao final da formação (DEMIR, 2011), sendo que os objetivos podem ser redefinidos ao longo da formação. Os objetivos são definidos tendo em mente o público alvo da formação, bem como formações de professores semelhantes, pesquisas sobre a integração das TDIC, modalidades de realização (presencial, a distância ou mista) o ambiente de suporte ao curso, em caso de uma formação a distância ou mista (ALMEIDA, 2007; DEMIR, 2011). A relação entre tecnologia e objetivo é evidente na perspectiva de que a escolha da tecnologia a ser utilizada durante o programa de formação impacta na definição dos objetivos (ALMEIDA, 2007; DEMIR, 2011; CARLOS, POMBO, LOUREIRO, 2014; SOARES, POMBO, LOUREIRO, 2014), uma vez que essa tecnologia apresenta limitações e potencialidades. Além disso, o quadro teórico deve ser capaz de explicar a interação dos cursistas com a tecnologia e estar refletido nos objetivos da formação (DEMIR, 2011).

A seleção dos conteúdos da formação requer um olhar para os objetivos da formação, uma vez que a seleção e organização do conteúdo busca atingir os objetivos. Demir (2011) destaca que a relação conteúdo e tecnologia tem quatro principais dimensões, sendo elas (1) as

tecnologias selecionadas durante a formação devem ser relevantes para os objetivos, (2) os *affordances* e limites das tecnologias selecionadas devem ser considerados para determinar o conteúdo da formação, (3) o equilíbrio entre raridade e diversidade tecnológica e (4) as considerações sobre a uso correto ou não das tecnologias no ensino do conteúdo da formação.

Ao abordar o equilíbrio entre raridade e diversidade tecnológica, o autor afirma que programas de formação que dependem de uma tecnologia específica e limitada podem não alcançar os objetivos propostos. Demir (2011) afirma que "*by allowing the diversity of technological tools during program implementation, program flexibility, which is one of basic principles of program development, will be ensured*". Compreendemos que esse equilíbrio e flexibilidade na formação deve ser pensado também para as tecnologias que embora não sejam raras, apresentam um custo para sua aquisição, sendo que questões de prioridade devem ser pensadas para não onerar demasiadamente o professor em formação, nem impedir os objetivos de serem alcançados.

Em relação ao quadro teórico e a seleção de conteúdos, o quadro teórico direciona para a decisão sobre o que deve ser incluído no conteúdo da formação e em que ordem. Além disso o próprio quadro teórico utilizado na concepção e/ou implementação do programa de formação de professores pode ser incluído no conteúdo da formação, como relatado na literatura (JANG, CHEN, 2010; KAFYULILO, 2010).

As situações de ensino e aprendizagem refere-se ao planejamento de como o conteúdo vai ser ensinado, sendo que sua relação com a tecnologia deve ser analisada na perspectiva da utilização pretendida das TDIC e seu efeito sobre o processo de aprendizagem (DEMIR, 2011). Nesse sentido, Cabero (2014) fala sobre múltiplas dimensões específicas que devem ser pensadas durante o planejamento de uma formação para as TDIC, dentre as quais dimensão comunicativa e a produtora⁷.

Além disso, o quadro teórico influencia diretamente as situações de ensino e aprendizagem. Nesse sentido, Demir (2011) afirma que "*the framework also has certain implications for the kind and level of skills that the participants need to acquire to successfully integrate technology.*" (p. 79), pois quadro teórico orienta os formadores de

⁷ A dimensão comunicativa está relacionada com a capacidade de se estabelecer uma comunicação síncrona e assíncrona com as TDIC e a dimensão produtora ao fato de que o professor não deve ser mero consumidor das informações, tornando-se um produtor no contexto da Web 2.0 (CABERO, 2014).

professores na definição das situações de ensino e aprendizagem que serão planejadas para uma formação.

Na avaliação da formação são identificados quais os objetivos foram atingidos e em que medida foram atingidos. A avaliação deve seguir ao longo da formação, sendo que a formação pode ser repensada em diferentes momentos do percurso formativo (ALMEIDA, 2007). As ferramentas de avaliação são elaboradas na perspectiva de determinar em que medida os participantes atingiram os objetivos do programa. A influência do quadro teórico nas ferramentas de avaliação está relacionada com a elaboração dos objetivos da formação (DEMIR, 2011).

Assim, compreendemos que

the selection of a framework is not (and indeed cannot be) simply a matter of personal choice for the developers; rather it reflects a vision, a horizon and a conceptual and practice base for the success of the integration programs. I personally believe that the integration programs, if ever to be taken seriously, need to explain with clear terms the framework chosen, justify the rationale and clarify the assumptions so that others can see and evaluate the gaps between the supposed and realized development of participants. (DEMIR, 2011, p.87).

No campo da tecnologia educacional, o quadro teórico das formações para uso das TDIC atualmente tem se voltado para o conhecimento dos professores, não considerando apenas o conhecimento tecnológico, mas um conhecimento integrado e complexo (ALMENARA, DÍAZ, GARRIDO, 2015). Assim, os programas de formação têm que proporcionar aos professores oportunidade de desenvolver o conhecimento integrado de conteúdo, tecnologia e pedagogia (MISHRA, KOEHLER, 2006; KOEHLER, MISHRA, 2008; BERROCOSO, 2010; DOYLE, 2012; ANGELI et al., 2015; FINGER et al., 2015; HAO, 2016;). Compreendemos que embora a disponibilidade das tecnologias digitais no contexto escolar crie a possibilidade de seu uso, os conhecimentos pertinentes ao conteúdo e a pedagogia são fundamentais para uma integração crítica e criativa das TDIC, o que muito se assemelha à proposta do *framework Technological Pedagogical Content Knowledge*

(TPACK⁸) (KOEHLER, MISHRA, 2005), o qual é compreendido na literatura “como proposta inovadora de formação de professores que articulam os conhecimentos curriculares, os pedagógicos e os tecnológicos na ação docente” (RIBEIRO, JESUS, 2015, p.8).

Compreendemos, assim como Newman e Conrad (1999) e Cibotto e Oliveira (2017), que *framework* é um conjunto de conceitos, conhecimentos e habilidades que estão relacionados e que explicam determinado fenômeno, através das interações e dependências entre esses conhecimentos, conceitos e habilidades. Embora, assim como Moraes e Cibotto (2016) Cibotto e Oliveira (2017) acreditamos que uma possível tradução seria “quadro teórico”, optamos por manter o termo em inglês por compreender que o original possui um sentido mais amplo, além de ser o termo utilizado na literatura em português (MORAES, CIBOTTO, 2016; CIBOTTO, OLIVEIRA, 2017) para se referir ao *framework* TPACK

O *framework* TPACK surge como um referencial que permite refletir sobre os conhecimentos que estão presentes na integração das TDIC em sala de aula, uma vez que busca identificar quais são esses conhecimentos e como eles se relacionam. Há na literatura uma compreensão de que o *framework* serve para embasar a integração das TDIC em sala de aula e a formação de professores, uma vez que identifica os conhecimentos necessários para o docente integrar as tecnologias em sala de aula, sem esquecer a natureza complexa e contextualizada desses conhecimentos (CAVIN, 2007; GAO et al., 2009; DEMIR, 2011; KOH, DIVAHARAN, 2011; PAMUK, 2012; KOEHLER et al., 2014; ANGELI, IOANNOU, 2015).

Diversos pesquisadores (HENNESSY, et al., 2007; JIMOYIANNIS, 2010a; JANG, CHEN, 2010; ALAYYAR, FISSER, VOOGT, 2012; KAFYULILO, FISSER, VOOGT, 2016) apontam o *framework* TPACK como um quadro teórico para o desenvolvimento de conhecimentos e competências dos professores na integração das TDIC no ensino de Ciências, sendo um *framework* que pode ser utilizado para aprimorar a formação inicial e continuada desses professores. Há na literatura uma compreensão de que o *framework* TPACK é um interessante quadro teórico para o desenvolvimento de conhecimentos e competências para a integração das TDIC, sendo importante para compreender as conexões entre conteúdo (Ciências), pedagogia e

⁸ Optamos por usar os acrônimos em inglês para o *framework* TPACK e seus conhecimentos, por serem amplamente difundidos desta forma na literatura internacional.

tecnologia (MISHRA, KOEHLER, 2006; JIMOYIANNIS, 2010a; GRAHAM, 2011; GRAHAM, BORUP, SMITH, 2012; BOSE, 2013; KOEHLER, MISHRA, CAIN, 2013; ALMENARA et al., 2014; KAFYULILO, FISSER, VOOGT, 2016; SEUFERT et al., 2016).

Compreendendo que o *framework* TPACK apresenta um grande potencial no desenvolvimento de programas de formação de professores, especialmente na Educação Científica e Tecnológica, estruturamos o problema dessa pesquisa: “Quais são as contribuições do *framework* TPACK na formação de professores para a integração das TDIC na Educação Científica e Tecnológica?” Diante do exposto, o objetivo geral dessa pesquisa é **“Identificar as possibilidades, limites e desafios do *framework* TPACK na formação de professores para a integração das TDIC na Educação Científica e Tecnológica.”**

Desse objetivo geral, emergem os objetivos específicos dessa pesquisa:

- Identificar, na literatura, os conhecimentos que devem ser considerados na compreensão do *framework* TPACK.
- Compreender como a literatura estabelece as relações entre os conhecimentos que compõem o *framework*.
- Identificar, na literatura, as contribuições do *framework* TPACK para a formação de professores para a interação das TDIC.
- Identificar como a literatura tem estabelecido as relações entre o *framework* TPACK e a Educação Científica e Tecnológica.
- Traçar possibilidades do *framework* TPACK para a formação de professores para a integração crítica e criativa das TDIC na Educação Científica Tecnológica.

Esse trabalho está estruturado em sete capítulos.

No capítulo 2, Percurso Metodológico, tecemos considerações sobre o caminho percorrido nessa pesquisa, explicitando as características metodológicas deste trabalho que permitiram alcançar os objetivos propostos na revisão sistemática.

No terceiro 3, Luzes e sombras do conhecimento pedagógico tecnológico do conteúdo, apresentamos a perspectiva teórica do *framework* TPACK, refletindo como a literatura compreende as duas abordagens para o *framework* e os conhecimentos que compõem o

framework TPACK na abordagem integrativa, além de compreender o significado do contexto na perspectiva deste *framework*.

O capítulo 4, O *framework* TPACK na formação de professores, apresenta como o *framework* TPACK vem sendo utilizado na formação de professores, embasando teórica e metodologicamente algumas propostas de formação inicial e continuada para a integração das TDIC.

No capítulo 5 tecemos algumas reflexões sobre os resultados da revisão sistemática realizada nessa pesquisa, buscando compreender os limites e desafios do *framework* TPACK.

No capítulo 6, a partir dos resultados da revisão sistemática e de quatro propostas formativas para a integração das TDIC na Educação Científica e Tecnológica que utilizam o *framework* TPACK como quadro teórico para a elaboração da proposta formativa, buscamos traçar possibilidades do referencial TPACK para a formação de professores para a integração crítica das TDIC na Educação Científica e Tecnológica.

No capítulo 7, Considerações finais, apresentamos as contribuições deste estudo para o campo de formação de professores e tecnologia educacional, indicando possibilidades para futuras pesquisas na área.

2 PERCURSO METODOLÓGICO

Neste capítulo é apresentado o percurso metodológico desta pesquisa, a qual busca identificar as possibilidades, limites e desafios do *framework* TPACK na formação de professores para a integração das TDIC na Educação Científica e Tecnológica. Compreendemos que os procedimentos metodológicos adotados pelo pesquisador são reflexos dos objetivos da pesquisa (TELLES, 2002). Dessa forma, os procedimentos metodológicos foram selecionados de acordo com as questões e os objetivos pretendidos nesta pesquisa.

2.1 REVISÃO SISTEMÁTICA

Segundo Gil (2002), “a pesquisa bibliográfica é desenvolvida com base em material já elaborado, constituído principalmente de livros e artigos científicos” (p.44), tendo por finalidade colocar o(s) pesquisador(es) em contato com o que já foi produzido sobre um tema de pesquisa. Os pesquisadores (ROTHER, 2007; BOTELHO, CUNHA, MACEDO, 2011) identificam dois tipos de pesquisa bibliográfica, a revisão narrativa e a revisão sistemática (RS). A revisão narrativa dificilmente parte de uma questão específica bem definida, não exigindo um protocolo rígido para sua realização (CORDEIRO et al., 2007). Além disso, a busca das fontes não é pré-determinada e a ausência de um protocolo pode tornar a seleção dos artigos arbitrária (ROTHER, 2007; CORDEIRO et al., 2007).

A revisão sistemática parte de uma questão de pesquisa, para então identificar os estudos sobre um tema, aplicando métodos explícitos e sistematizados de busca e seleção desses estudos, exigindo para tal um protocolo de revisão (PERISSÉ; GOMES; NOGUEIRA, 2001; CORDEIRO et al., 2007; ROTHER, 2007; RAMOS, FARIA, FARIA, 2014). A partir desses procedimentos obtêm-se uma síntese das informações disponíveis sobre o tema da revisão em um dado momento.

Nesse sentido, optamos por realizar uma revisão sistemática, pois compreendemos que esse tipo de revisão possibilita, através da síntese da literatura já existente sobre um tema, a geração de novos conhecimentos pautados nos resultados apresentados na literatura. Além disso, a ampla amostra de estudos que podem fazer parte desse tipo de revisão cria um panorama consistente e abrangente sobre conceitos complexos, o que é o caso do *framework* TPACK.

As RS podem ser classificadas em quantitativas ou qualitativas, sendo que as RS quantitativas utilizam métodos estatísticos para

sumarizar os resultados dos estudos primários e as revisões qualitativas apresentam os resultados dos estudos primários de maneira conjunta (PERISSÉ; GOMES; NOGUEIRA, 2001). A definição sobre se os dados obtidos numa RS serão apresentados de forma qualitativa ou quantitativa está intimamente relacionada ao objetivo da RS. Uma vez que o objetivo dessa RS é “Identificar as possibilidades, limites e desafios do *framework* TPACK na formação de professores para a integração das TDIC na Educação Científica e Tecnológica”, optamos por uma RS qualitativa mais especificamente uma metassíntese qualitativa⁹.

A pesquisa qualitativa pode ser definida como qualquer tipo de pesquisa que produz descobertas não obtidas por procedimentos estatísticos ou outros meios de quantificação, sendo que a parte principal da análise é interpretativa (STRAUSS, CORBIN, 1998). Flick (2009) afirma que esse tipo de pesquisa visa entender, descrever e, às vezes, explicar fenômenos sociais de diferentes maneiras, dentre as quais investigando documentos, examinando interações e comunicações ou analisando experiências de indivíduos ou grupos. Embora não possua, uma definição amplamente aceita pela comunidade científica, a pesquisa qualitativa possui como característica a descrição dos fenômenos como sendo impregnados de significados singulares e subjetivos, que ao serem analisados possibilitam um maior aprofundamento da temática e o desenvolvimento do conhecimento científico (GIL, 2002). Assim, os dados são "analisados subjetivamente pelo pesquisador" (APPOLINÁRIO, 2009, p. 155), pois há um vínculo indissociável entre o mundo objetivo e a subjetividade, no sentido de que a subjetividade do pesquisador se torna parte do processo de pesquisa.

Sandelowski, Docherty e Emden (1997) afirmam que a metassíntese qualitativa objetiva leva em conta as similaridades e diferenças na linguagem, nos conceitos, nas imagens e noutras idéias em torno de determinada experiência, de modo a ampliar as possibilidades interpretativas dos resultados e construir narrativas ampliadas ou teorias gerais sobre um tema. Nesse sentido, Barroso et al. (2003) afirmam que a metassíntese é mais do que a soma das partes, uma vez que oferece novas interpretações sobre a temática que está sendo estudada. A intenção de uma metassíntese não é resumir os resultados de diferentes pesquisas sobre um determinado assunto, mas interpretar os resultados, observando as luzes e sombras presentes sobre um determinado conteúdo. Assim, o objetivo da metassíntese é integrar e interpretar padrões e percepções

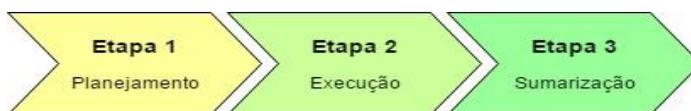
⁹ Na literatura a metassíntese é também denominada meta-estudo, metanálise qualitativa, meta-etnografia e *aggregate analysis*.

presentes na literatura sobre um determinado assunto, tendo em vista as particularidades dos estudos individuais.

2.2 AS ETAPAS DA REVISÃO SISTEMÁTICA QUALITATIVA

Compreendemos, assim como Munzlinger, Narcizo e Queiroz (2012), que o desenvolvimento de uma RS apresenta três etapas, planejamento, execução e sumarização (Figura 2), as quais são normalmente realizadas sequencialmente. Essas etapas da RS podem ser realizadas de maneira interativa, de modo que na execução podem ocorrer, por exemplo, algumas modificações nos critérios de inclusão e exclusão de trabalhos na RS.

Figura 2: Etapas da revisão sistemática



Fonte: Adaptada de Munzlinger, Narcizo e Queiroz (2012).

Segundo Galvão, Sawada e Trevisan (2004), as etapas da RS buscam evitar e superar possíveis vieses que o pesquisador possa ter no durante a análise da literatura sobre um tema. Assim, compreendemos que a RS requer um gerenciamento cuidadoso dos trabalhos, sendo que os softwares de revisão sistemática podem proporcionar uma forma estruturada de trabalhar concomitantemente com diferentes bases de dados, de forma eficiente, sem perder a essência da revisão sistemática. Dessa forma, optamos por utilizar um software de RS que pudesse nos auxiliar na elaboração do protocolo, execução e sumarização dos trabalhos. Para fazer a escolha do software de RS, foi realizada uma análise dos softwares R, Review Manager 5 (RevMan) e StArt, de modo a definir qual software melhor atendia os objetivos dessa RS.

O software R é um aplicativo *open source*, gratuito, que pode ser utilizado em revisões sistemáticas, oferecendo principalmente análises estatísticas, sendo que várias de suas funcionalidades necessitam da digitação de linha de comando. Como o objetivo desta RS não seria atingido através de uma revisão sistemática quantitativa, optamos por não utilizar o software R. O Review Manager 5 (RevMan) é um software gratuito de revisão sistemática desenvolvido pela Colaboração Cochrane, tendo sido desenvolvido para revisões sistemáticas na área da saúde. Segundo Higgins e Green (2011), o RevMan possibilita quatro tipos de

revisão (1) *intervention review* (RS sobre a efetividade de tratamentos, programas e intervenções), (2) *diagnostic test accuracy review* (RS sobre a precisão ou confiança de provas diagnóstica, de um ou mais testes), (3) *methodology review*: RS sobre os efeitos dos fatores metodológicos sobre os resultados das pesquisas e (4) *overview of reviews* (RS de várias RS sobre um determinado tema ou problema). Com base nesses tipos de RS suportadas pelo RevMan, assim como em testes realizados no software que evidenciaram o seu direcionamento para pesquisas na área da saúde, optamos por não utilizar esse software nesta pesquisa. O State of the Art through Systematic Reviews (StArt) é um software de apoio a RS desenvolvido pelo Laboratório de Pesquisa em Engenharia de Software (LAPES) da Universidade Federal de São Carlos. Optamos por nessa pesquisa utilizar o StArt como software de apoio a RS, por ele dar suporte às etapas de planejamento, execução e sumarização da RS, independentemente do assunto ou área de pesquisa.

2.2.1 O planejamento da Revisão Sistemática

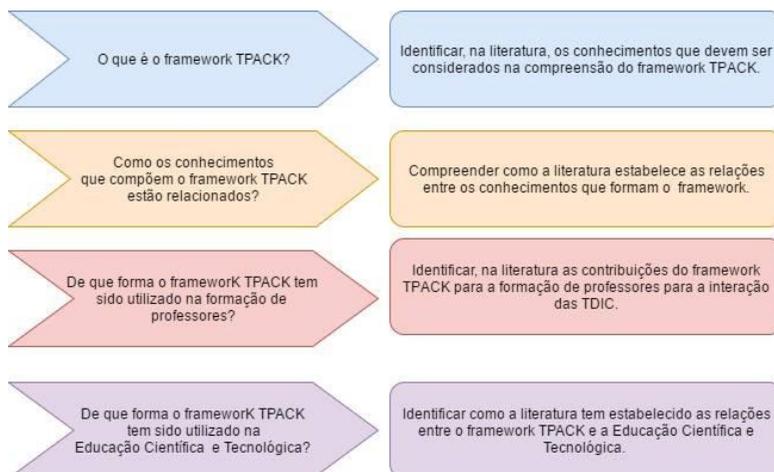
O planejamento de uma RS inicia-se com a identificação das necessidades do estudo. Munzlinger, Narcizo e Queiroz (2012) afirmam que a necessidade de uma RS pode surgir naturalmente durante a realização de uma dissertação de mestrado, fato que ocorreu nessa pesquisa. Inicialmente buscávamos investigar “Como os Núcleos Específicos da área de Ciências [da especialização Educação na Cultura Digital] dialogam com as TDIC de maneira a formar educadores capazes de integrá-las de forma crítica e criativa nos currículos escolares?” (OLIVEIRA, ESPÍNDOLA, SILVA, 2015, p. 1713). Para responder essa questão a hipótese levantada era a de que “independentemente do marco teórico utilizado pelos autores dos Núcleos Específicos na sua elaboração, o diálogo dos Núcleos com as TDIC está fortemente marcado pela interação de três domínios de conhecimento, uma vez que o diálogo conteúdo-pedagogia-tecnologia parece intrínseco a um processo formativo que busque a integração crítica e criativa das TDIC” (OLIVEIRA, ESPÍNDOLA, SILVA, 2015, p. 1715). Na proposta de pesquisa apresentada na qualificação, o *framework* TPACK havia sido pensado como um referencial teórico-metodológico para investigar as articulações entre conhecimentos pedagógicos, tecnológicos e do conteúdo nos Núcleos Específicos da área de Ciências da especialização Educação na Cultura Digital.

Durante o processo de estudo, notamos uma ausência de pesquisas que se utilizam do *framework* TPACK no Brasil. Na qualificação do mestrado nos foi sugerido que devido a essa escassez de trabalhos sobre o *framework*, esta dissertação se tornasse uma revisão teórica que possibilitasse uma compreensão crítica sobre o *framework*.

Diante desse contexto, foi elaborada a questão inicial da RS era “Quais são as contribuições do *framework* TPACK na formação de professores de Ciências para a integração das TDIC?” No entanto, devido a pouca quantidade de estudos que articulam a formação de professores, a Educação Científica e Tecnológica e o *framework* TPACK, esta questão teve que ser modificada durante a RS.

Diante disso desmembramos a questão original da RS em perguntas norteadoras, as quais foram elaboradas tendo por base o objetivo dessa metassíntese qualitativa que é “Identificar as possibilidades, limites e desafios do *framework* TPACK na formação de professores para a integração das TDIC na Educação Científica e Tecnológica”. As questões que serviram como norte para a metassíntese qualitativa estão intimamente relacionadas aos objetivos específicos dessa metassíntese qualitativa (Figura 3).

Figura 3: Questões de pesquisa e objetivos relacionados



Fonte: Elaborada pela autora.

Após a elaboração das questões de pesquisa foi realizada uma busca por revisões na literatura que dialogam com o tema desta pesquisa. Compreendemos que essa etapa contribuiu para definir as bases de dados a serem utilizadas nesta pesquisa, bem como definir as palavras-chave e estratégias de busca. A busca por revisões sistemáticas sobre o *framework* TPACK ocorreu no grupo TPACK do Mendeley¹⁰ e no Portal de Periódicos Capes.

¹⁰ Mendeley é um gerenciador de referência gratuito, além de ser uma rede social acadêmica utilizada pelos pesquisadores para compartilhar artigos científicos e outras produções acadêmicas.

Tabela 1: Revisões sistemáticas sobre o *framework* TPACK.

Auto- res	Objetivo	Perío- do	Idio- ma	String	Base de Dados	Total de traba- lhos
Chai, Koh e TSai (2013)	Identificar as lacunas no <i>framework</i> TPACK e as tendências de pesquisa que se utilizam do <i>framework</i>	Até maio de 2011	Inglês	“technological pedagogical content knowledge” OR TPACK OR TPCK	Web of Science, Scopus, ERIC	82 ¹¹
Wu (2013)	Identificar os estudos empíricos que utilizaram o <i>framework</i> TPACK	2002-2011	Inglês	“technological pedagogical content knowledge” OR TPCK OR TPACK	SSC	Valor não informado
Yigit (2014)	Compreender o desenvolvimento dos conhecimentos do <i>framework</i> TPACK em futuros professores de Matemática	2015- a fevereiro de 2013	Inglês	“pre-service mathematics teachers” “education” AND “technological pedagogical and content knowledge”, OR “TPAC”, OR “TPCK”; “mathematics education” AND “technological pedagogical and content knowledge”, OR “TPACK”, OR “TPCK”; and “development of the elements of TPACK”, OR “pre-	ERIC, JSTOR-Scholarly Journal Archive, Psych-INFO	53

¹¹ Excluindo os duplicados.

				service mathematics teachers” technological pedagogical and content knowledge development’.		
Voogt et al. (2013b)	Investigar a base teórica e o uso prático do <i>framework</i> TPACK	2005-setembro de 2011	Inglês	“TPCK”, “TPACK” OR “Technological Pedagogical Content Knowledge”	ERIC, Web of Science, Scopus, Psych-INFO	43
Gür e Karame (2015)	Realizar um levantamento de como ocorre a distribuição dos artigos sobre TDIC e TPACK e compreender como pode ser realizada a integração do TPACK aos programas de formação de professores	até setembro de 2014	Inglês	“ICT TPCK”, “TPACK” OR “Technological Pedagogical Content Knowledge”	ERIC, EBSCO HOST, Web of Science, Scopus	16
Chai, Koh, Tsai (2016)	Identificar as contribuições da literatura sobre as medidas quantitativas do <i>framework</i> TPACK e examinar as tendências emergentes, como o desenvolvimento de rubricas	2011-2014	Inglês	“Technological Pedagogical Content Knowledge” AND “TPCK” OR “TPACK”	Scopus, ERIC, Education Research Complete	Valor não informado

Fonte: Elaborada pela autora.

Concordamos com Munzlinger, Narcizo e Queiroz (2012) ao afirmarem que ao “desenvolver uma RS, estudos primários se fazem necessários como uma etapa preliminar da revisão, exercendo um papel fundamental, como fonte de informação, no processo de amadurecimento do tema e, auxiliando na contextualização do problema, bem como na definição dos objetivos e questões de pesquisa” (p. 5). No caso dessa pesquisa, os estudos primários sobre o *framework* TPACK iniciaram antes mesmo da definição de que esta se tornaria uma RS, durante a revisão bibliográfica da antiga temática desta dissertação de mestrado.

Após a análise das revisões sobre o *framework* TPACK, iniciou-se a elaboração do protocolo de revisão, o qual foi elaborado no próprio software StArt. Compreendemos que o protocolo direciona todo o processo de revisão (SAMPAIO; MANCINI, 2007; GOUGH, OLIVER, THOMAS, 2012; CARDOSO, SANTOS, GATTI, 2015), embora não deva ser compreendido como algo estático, uma vez que ele pode ser alterado no decorrer da revisão bibliográfica.

No protocolo são definidos o

objetivo da revisão; questões da pesquisa; resultados esperados; as palavras-chave; idiomas dos artigos; lista de bases de dados usadas na pesquisa; critérios de inclusão e exclusão dos artigos identificados; e especialmente, os dados que serão extraídos a partir dos artigos selecionados; dentre outros (CARDOSO, SANTOS, GATTI, 2015, p. 390).

No caso dessa pesquisa, no momento da elaboração do protocolo de pesquisa, o objetivo da revisão e as questões de pesquisa já haviam sido elaboradas. Compreendemos que a escolha das palavras-chaves e suas relações se justificam pelas questões que direcionam essa revisão. Como um dos objetivos desta revisão é compreender teoricamente o *framework* TPACK e os trabalhos que contribuem teoricamente com o *framework* geralmente não se identificam como trabalhos teóricos, as palavras-chaves utilizadas na busca acabaram se limitando a sinônimos de TPACK utilizados pela literatura em espanhol, português e inglês. A definição desses três idiomas estava em consonância com a definição dos idiomas dos trabalhos a serem incluídos nessa revisão, uma vez que eram os idiomas que a pesquisadora tem fluência na leitura.

Dessa forma, as palavras chaves utilizadas nas bases de dados foram “TPCK”, “TPACK”, “conhecimento pedagógico tecnológico de conteúdo”, “conhecimento pedagógico tecnológico do conteúdo”, “conhecimento pedagógico-tecnológico de conteúdo”, “Conhecimento

pedagógico-tecnológico do conteúdo”, “conhecimento pedagógico e tecnológico do conteúdo”, “conhecimento pedagógico e tecnológico de conteúdo”, “technological pedagogical and content knowledge”, “technological pedagogical content knowledge”, “conocimiento tecnológico pedagógico disciplinar”, “conocimiento técnico pedagógico del contenido”, “conocimiento tecno-pedagógico del contenido”, “saberes tecnológicos y pedagógicos del contenido”, “saberes tecno-pedagógico del contenido”.

Embora o conceito principal do *framework* TPACK já estivesse presente no trabalho de Pierson (2001) ao definir a integração tecnológica de um professor, o termo “*Technological Pedagogical and Content Knowledge*” foi introduzido por Koehler e Mishra em 2005. Assim, a estratégia de busca nas Bases de Dados procurou por trabalhos publicados entre 2005 e 2016, incluindo aqueles disponíveis online em 2016, mas datados como sendo de 2017.

Uma revisão sistemática eficaz requer não apenas a inclusão de palavras-chave adequadas ao objetivo da revisão, mas também a escolha de bases de dados adequadas para a RS (BERWANGER et al., 2007; SAMPAIO, MANCINI, 2007). Nesta pesquisa, as Bases de Dados foram selecionadas com base nas RS sobre o *framework* TPACK analisadas anteriormente, nas publicações que estão indexadas à Base de Dados, viabilidade de acesso e a implicação de custos. Dessa forma, foram selecionadas as Bases de Dados, Scopus, Web of Science, Springer, Scielo e ERIC. Scopus é uma Base de Dados multidisciplinar da editora Elsevier, indexando títulos acadêmicos revisados por pares, títulos de acesso livre, anais de conferências, publicações comerciais, séries de livros, páginas web de conteúdo científico e patentes. Nesta pesquisa essa Base de Dados foi selecionada por possibilitar o acesso a literatura cinzenta, como dissertações, teses e anais de eventos. Selecionada por ser considerada a maior fonte de informação existente na área da educação e por ser a Base de Dados mais presente nas RS sobre o *framework* analisadas na etapa de planejamento, a Base de Dados ERIC reúne 1.000 títulos, com disponibilidade de acesso de 1966 até o presente. A Base de Dados Scielo (*Scientific Electronic Library Online*) foi selecionada por permitir acesso a periódicos do Brasil, do Caribe e da América Latina, sendo que muitos desses periódicos não estão disponíveis nas outras Bases de Dados. A Base *Web of Science* foi selecionada pelo número de periódicos que lá estão indexados, aproximadamente 12.000. Por fim, a Base de Dados multidisciplinar *Springer* foi selecionada por disponibilizar acesso a livros sobre o *framework* TPACK, além de periódicos e outros documentos.

Compreendemos que o “*establishing specific inclusion and exclusion criteria at the beginning of the process makes it easier to identify relevant material for review. It also helps improve both the transparency and the rigour of the review, by ensuring the screening is conducted in a consistent manner.*”(ZANKER; MALLETT, 2013, p. 8). Assim, os critérios de inclusão e exclusão na RS devem refletir diretamente o objetivo da revisão sistemática. Para essa revisão, os seguintes critérios de inclusão de trabalhos foram definidos:

- Trabalho que aborda aspectos teóricos do *framework* TPACK;
- Trabalho sobre o *framework* TPACK no contexto da formação de professores
- Trabalho que aborda o *framework* TPACK no âmbito da Educação Científica e Tecnológica.

Em relação aos critérios de exclusão foram definidos:

- Trabalho completo não disponível;
- Trabalho sobre o inibidor de protease *Tosyl phenylalanyl chloromethyl ketone*¹²;
- Trabalho não aborda aspectos sobre o *framework* TPACK de interesse dessa pesquisa.
- Trabalho escrita em idioma diferente de inglês, espanhol e português.

Após elaborado, o protocolo de revisão foi avaliado e validado por uma pesquisadora da área da Educação Científica e Tecnológica que tem realizado pesquisas sobre o *framework* TPACK na formação de professores e na Educação Científica e Tecnológica, sendo que esta validação ocorreu no próprio software StArt.

2.2.2 Execução da Revisão Sistemática

A etapa de execução é a etapa em que se realiza o protocolo de RS previamente definido, aplicando-se as *strings* de busca elaboradas nas diferentes Bases de Dados selecionadas para o estudo. O StArt não executa a pesquisa automatizada dos trabalhos nas Bases de Dados, sendo necessária a criação de uma *string* de busca em cada Base de Dados, o qual deve ser composto pelas palavras-chaves junto com os operadores booleanos. No caso dessa pesquisa utilizamos o operador booleano “OR” para fazer o agrupamento das palavras-chave. Nesse sentido, a *string* de busca foi: “TPCK” OR “TPACK” OR “conhecimento pedagógico

¹² Critério de exclusão incluído na fase de Execução da revisão sistemática.

tecnológico de conteúdo” OR “Conhecimento pedagógico tecnológico do conteúdo” OR “Conhecimento pedagógico-tecnológico de conteúdo” OR “Conhecimento pedagógico-tecnológico do conteúdo” OR “Conhecimento pedagógico e tecnológico do conteúdo” “Conhecimento pedagógico e tecnológico de conteúdo” OR “*Technological Pedagogical and Content Knowledge*” OR “*Technological Pedagogical Content Knowledge*” OR “*Conocimiento tecnológico pedagógico disciplinar*” OR “*Conocimiento Técnico Pedagógico del Contenido*” OR “*Conocimiento Tecno-pedagógico del Contenido*” OR “*Saberes Tecnológicos y Pedagógicos del Contenido*” OR “*Saberes Tecno-pedagógico del Contenido*”

Devido às particularidades e limitações da máquina de busca de cada Base de Dados, a *string* foi revisada para cada Base, sendo algumas vezes necessária mais de uma busca. Além disso, foi realizada a marcação do espaço temporal de busca dos trabalhos, o qual havia sido previamente definido no protocolo dessa RS. O resultado da pesquisa nas Bases de Dados foi salvo no formato BibTex e importado para o StArt. Após importar o arquivo BibTex, o StArt listou os trabalhos que foram encontrados em cada Base de Dados, conforme os parâmetros de busca utilizados para a criação da *string* de busca. Devido às limitações do programa StArt, pela grande quantidade de trabalhos encontrados, tivemos que utilizar dois arquivos para a condução da RS, um exclusivamente para a Base de Dados ERIC.

Tabela 2: Resultados das *strings* de busca nas Base de Dados

Base de Dados	Número de artigos	Percentual
Springer	2630	52,08 %
Web of Science	681	13,49%
Scielo	7	0,14%
Scopus	1270	25,15%
ERIC	462	9,15%
Total	5050	100%

Fonte: Elaborada pela autora.

Um mesmo artigo pode estar indexado em mais de uma Base de Dados, de modo que podemos ter referências duplicadas na soma dos arquivos. Como utilizamos dois documentos do Start para conseguir verificar se os artigos encontrados no ERIC eram duplicados, tivemos que realizar uma busca manual nos dois arquivos do Start para verificação dos duplicados. Dos 5.050 trabalhos identificados pelas estratégias de busca, 509 eram duplicados, totalizando no final 4.541 trabalhos.

Numa primeira etapa de seleção dos estudos, os títulos e resumos (*abstracts*) dos trabalhos foram analisados, segundo os critérios de inclusão e exclusão dos artigos definidos no protocolo de pesquisa. Por limitações no *software* StArt, apenas os resumos dos trabalhos da Base de Dados Web of Science foi carregada automaticamente no *software*. Para as demais Bases de Dados, os resumos foram preenchidos de forma manual no *software*.

Ao iniciarmos a leitura dos títulos e resumos percebemos um número expressivo de trabalhos que citava, o inibidor de proteases *Tosyl phenylalanyl chloromethyl ketone*, conhecido também como TPCK. Com base nesse resultado, fizemos uma nova busca nas Bases de Dados *Web of Science*, *Scopus* e *Springer* acrescentando o operador booleano NOT "*Tosyl phenylalanyl chloromethyl ketone*". Como muitos artigos que citavam o inibidor não utilizavam o seu nome completo, mas apenas a sigla, o número de trabalhos que citavam o *Tosyl phenylalanyl chloromethyl ketone* continuava sendo expressivo. Dessa forma, optamos por acrescentar um critério de exclusão específico para o inibidor de protease, de modo a termos no final da revisão um panorama de quantos trabalhos, dentre os que vieram nas buscas das Bases de Dados eram referentes ao inibidor.

A inclusão e exclusão de artigos nessa e nas demais etapas de seleção de trabalhos para esta revisão sistemática ocorreu no *software* de revisão sistemática, segundo os critérios de inclusão e exclusão definidos. Após essa primeira etapa de seleção dos trabalhos, chegamos a um total de 2.796 artigos. Na tabela 3 estão discriminados o número de artigos excluídos nessa primeira fase de seleção, conforme o critério de exclusão.

Tabela 3: Número de trabalhos excluídos na leitura do título e resumo do trabalho, segundo os critérios de exclusão

Critério de exclusão	Número de trabalhos excluídos
Trabalho não aborda aspectos sobre do <i>framework</i> TPACK de interesse desta pesquisa	887
Trabalho escrito em idioma diferente de inglês, espanhol ou português	14
Trabalho sobre o inibidor de protease <i>Tosyl phenylalanyl chloromethyl ketone</i> (TPCK)	844

Fonte: Elaborada pela autora.

A segunda etapa de seleção consistia na leitura da metodologia e conclusão dos trabalhos. Nesse processo foram identificados 231 trabalhos que não estavam disponíveis gratuitamente, sendo em sua maioria capítulos de livros. Devido a relevância de alguns deles, observada através do número elevado de citações destes na literatura sobre o *framework* TPACK, optamos por tentar conseguir acesso a esses trabalhos na íntegra, entrando em contato com os seus autores, através de e-mail, *ResearchGate*¹³ e *Academia.edu*¹⁴. Tivemos o retorno de 58 pesquisadores, o que nos permitiu acesso a 87 trabalhos anteriormente indisponíveis. Nessa segunda etapa de seleção, também foram excluídos os trabalhos que não abordavam aspectos sobre do *framework* TPACK de interesse desta pesquisa.

¹³ Rede social voltada a pesquisadores, sendo uma plataforma gratuita na qual pesquisadores de diversas partes do mundo interagem.

¹⁴ Plataforma em que pesquisadores compartilham documentos de pesquisa, dentro os quais artigos científicos e relatórios de pesquisas.

Tabela 4: Número de trabalhos excluídos na leitura da a leitura da metodologia e conclusão dos trabalhos, segundo os critérios de exclusão

Critério de exclusão	Número de trabalhos excluídos
Trabalho completo não disponível	144
Trabalho não aborda aspectos sobre o <i>framework</i> TPACK de interesse desta pesquisa	1.422

Fonte: Elaborada pela autora.

Assim, após a segunda etapa de avaliação dos trabalhos chegamos a 1.224 trabalhos.

A terceira etapa de seleção constitui-se da leitura na íntegra dos trabalhos selecionados. Nessa etapa, além dos critérios de exclusão anteriormente elencados, devido ao grande número de trabalhos, eles foram avaliados quanto a seu rigor metodológico. Nesse sentido, foi avaliado em cada trabalho: (1) objetivo do estudo, (2) adequação do percurso metodológico ao objetivo do estudo, (3) descrição do percurso metodológico, (4) apresentação dos critérios de delimitação da amostra (quando relevante ao estudo), (5) detalhamento da coleta de dados (quando relevante ao estudo), (6) apresentação e discussão dos principais resultados relacionados ao objetivo do estudo.

No final dessa etapa chegamos a 724 artigos, sendo que as Bases de Dados com mais artigos selecionados foram a ERIC e Scopus.

Tabela 5: Número de artigos selecionados conforme a Base de Dados

Base de Dados	Número de artigos
Springer	117
Web of Science	162
Scielo	2
Scopus	222
ERIC	221
Total	724

Fonte: Elaborada pela autora.

2.2.3 A Sumarização da metassíntese

Essa etapa consiste na organização e sumarização das informações encontradas nos diferentes trabalhos, de maneira concisa, tendo como guia as questões de pesquisa. Compreendemos que

transformar vários estudos qualitativos em um novo estudo requer sensibilidade teórica do pesquisador para desconstruir e analisar os dados das pesquisas, a partir de um processo indutivo e interpretativo. Este é um processo complexo e desafiador, porém, necessário, para assegurar a validade da metassíntese qualitativa (MATHEUS, 2009, p. 545).

Assim como nas demais etapas, utilizamos o StArt na etapa de sumarização, anotando no campo *Comment* as principais contribuições dos artigos selecionados nessa pesquisa.

Figura 4: Etapa de sumarização no software Start

The screenshot shows the 'Start' software interface with the following details:

- Title Bar:** 11849 - TPACKing: A constructivist framing of TPACK to analyze teachers' construction of knowledge
- Navigation:** Study Data | Selection Data | Data Extraction Form | Similar Studies
- Author:** Olofson, M.W. and Swallow, M.J.C. and Neumann, M.D.
- Title:** TPACKing: A constructivist framing of TPACK to analyze teachers' construction of knowledge
- Keywords:** (Empty field)
- Journal:** Computers and Education
- Font:** Tahoma | **Size:** 11
- Abstract:** The Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) framework is a commonly used conceptual tool in studies that consider technology integration into classrooms. Although the framework identifies categories of knowledge, it is limited due to its static classification of knowledge. The proposed TPACKing framework instead uses TPACK as a starting point for analyzing a teacher's knowledge construction practice. This qualitative multiple-case study uses the active understanding of TPACKing to illuminate differences in the processes of teachers previously identified as having TPACK. Teachers' TPACKing processes were mediated by individual pursuit of technological knowledge, the inclusion (or exclusion) of information from contextual interactions, and the pedagogical assumptions in the technological tool. These findings point to the relevance of the TPACKing lens and its use in analyzing teacher practice. The focus on knowledge construction may be useful when working with in-service teachers to provide learning opportunities related to technology integration.
- Year:** 2016 | **Type:** Article
- Comment:**

TPACKing é o processo de construção de conhecimento de tecnologia, pedagogia e conteúdo para o propósito de ensinar na sala de aula rica em tecnologia.

Contexto: Fatores como cultura escolar, nível de escolaridade ou espaço físico podem afetar a forma como os professores combinam seus conhecimentos para o ensino.
- Status:** Accepted | Search session: SEARCH2 | *This paper is in Summarization step*
- Buttons:** save & previous, save & next, Full text, previous, next, Save, Cancel
- Reading Priority:** Very low | **Score:** 10

Fonte: StArt.

Devido ao elevado número de artigos sobre o TPACK, ao longo da sumarização selecionamos as fontes imprescindíveis ou mais relacionadas tendo em vista o objetivo deste estudo, a capacidade de análise da pesquisadora e a quantidade de trabalhos disponíveis. Esse ajuste faz-se necessário pois o número elevado de artigos dificultaria o aprofundamento da análise e poderia se tornar uma ameaça na validação desta metassíntese qualitativa.

A análise e interpretação dos dados constituem-se com um processo cíclico da pesquisa qualitativa (DAVIS, 1995), sendo que durante a sumarização iniciou-se um processo de desconstrução e construção dos textos anteriormente apresentados na qualificação, num processo que contempla descrição dos resultados dos estudos primários e interpretação desses resultados apresentados nos diferentes estudos.

Ao longo da etapa de sumarização nós procuramos relacionar as discussões e os resultados de diferentes estudos, elaborando novas afirmações a partir dos conceitos e considerações dos trabalhos que fizeram parte dessa RS.

Ao buscar um novo conceito, a metassíntese qualitativa pretende abranger os conceitos dos estudos que dela fizeram parte. No entanto, muitas vezes esses conceitos são contraditórios entre um estudo e outro, mas isso não impede que a metassíntese seja realizada, pois “outro nível de síntese é possível: aquele derivado da análise e interpretações” (MATHEUS, 2009).

A intenção da metassíntese apresentada nos próximos dois capítulos não é de resumir os resultados dos trabalhos que fazem parte dessa RS, mas evidenciar os resultados, observando as luzes e sombras que permitem identificar as possibilidades, limites e desafios do framework TPACK na formação de professores para a integração das TDIC na Educação Científica e Tecnológica.

3 LUZES E SOMBRAS DO *FRAMEWORK* CONHECIMENTO PEDAGÓGICO TECNOLÓGICO DO CONTEÚDO

Koehler e Mishra (2005) propuseram¹⁵ o *framework* denominado *Technological Pedagogical Content Knowledge*, em português Conhecimento pedagógico tecnológico do conteúdo (TPACK¹⁶), como um *framework* para a compreensão sobre os tipos de conhecimento que os professores necessitam para uma integração efetiva das TDIC ao currículo. Assim, o *framework* TPACK surge como um referencial que permite refletir sobre os conhecimentos que orientam concepções e práticas no campo da tecnologia educacional, seja na perspectiva da integração das TDIC ao currículo ou na perspectiva na formação de professores.

O *framework* TPACK é compreendido na literatura como sendo um referencial teórico-metodológico que pode promover uma série de reflexões sobre a integração da tecnologia na educação, com potencialidade para transformar a formação dos docente e sua prática profissional (MISHRA, KOEHLER, 2006; COX, 2008; ANGELI, VALANIDES, 2009; GRAHAM et al, 2009; ABBITT, 2011; GRAHAM, 2011; KINCHIN, 2012; KOH, CHAI, 2014; HOFER, HARRIS, 2015; OLOFSON, SWALLOW, NEUMANN, 2016). Nesse sentido, o presente capítulo tem por objetivo abordar o *framework* TPACK, desvelando parte das luzes e sombras existentes em seu entorno, visto que na última década esse *framework* tem recebido atenção da comunidade científica.

¹⁵ O conceito principal do *framework* TPACK já estava presente no trabalho de Pierson (2001) ao definir a integração tecnológica de um professor e sugerir a adição do conhecimento tecnológico ao PCK. Para o autor, o conhecimento tecnológico envolveria a competência tecnológica, mas também a compreensão das características de tipos específicos de tecnologias que podem ser utilizados nos processos de ensino e aprendizagem. No entanto, o termo “*Technological Pedagogical and Content Knowledge*” foi introduzido por Koehler e Mishra em 2005.

¹⁶ O acrônimo inicial do *framework* *Technological Pedagogical Content Knowledge* era TPCK, sendo que a alteração para TPACK ocorreu para enfatizar a natureza integrativa dos seus componentes, representada pela letra “A”, além de facilitar a pronúncia (THOMPSON, MISHRA, 2007).

3.1 O *FRAMEWORK* CONHECIMENTO PEDAGÓGICO TECNOLÓGICO DE CONTEÚDO

Com a integração das tecnologias digitais na educação, diferentes respostas sobre o conhecimento de base para o ensino com a tecnologia vêm emergindo¹⁷, sendo que alguns pesquisadores se baseiam na proposta do PCK para refletir sobre as relações entre tecnologia, pedagogia e conteúdo. Nesse sentido, o *framework* TPACK é proposto como a intersecção entre três domínios de conhecimento, o conhecimento do conteúdo, o conhecimento pedagógico e o conhecimento tecnológico (MISHRA; KOEHLER, 2006). Embora a maioria das investigações que utilizam o modelo TPACK tenham surgido após os trabalhos de Koehler e Mishra (2005), alguns autores (PIERSON, 2001; MARGERUM-LEYS, MARX, 2002; ANGELI, VALANIDES, 2005; NIESS, 2005) já sugeriram a adição do conhecimento tecnológico ao modelo existente de PCK, proposto por Shulman (1986).

¹⁷ O conhecimento de base para o ensino é compreendido como o conjunto de conhecimentos que os docentes devem possuir para definir as formas de ensino e aprendizagem mais adequadas para diferentes indivíduos e contextos (FREIRE, FERNANDEZ, 2015; ENGUITA, 2001). Assim, o conhecimento de base para o ensino compreende os conhecimentos relacionados com a atividade docente que são potencialmente relevantes na prática pedagógica do professor. Shulman (1987) estabelece sete categorias de conhecimento de base para o ensino, sendo elas o conhecimento do conteúdo, o conhecimento pedagógico geral, o conhecimento curricular, o conhecimento pedagógico do conteúdo, o conhecimento dos alunos e de suas características, o conhecimento dos contextos educacionais e o conhecimento dos fins educacionais. Dentre essas categorias, Shulman (1986, 1987) propõem o PCK como uma categoria do conhecimento de base única dos professores e que diferencia estes profissionais de um especialista em determinado assunto. Assim, os conhecimentos de base de um professor de Química e de um químico são diferentes, bem como de um professor de Física e de um físico. Dessa forma, embora alguns conteúdos que o professor sabe sobrepõe-se ao conhecimento dos pesquisadores da área, o docente precisa compreender o conteúdo de modo a promover a aprendizagem dos estudantes (WILSON, SHULMAN, RICHERT, 1987; GROSSMAN, WILSON, SHULMAN, 1989). É importante destacar que essa distinção entre o conhecimento do professor e o conhecimento do especialista não é algo que surge com Shulman (1986), uma vez que remonta a Dewey (1906), o qual afirma que o conhecimento do professor sobre o assunto pode auxiliar na interpretação das necessidades e ações da criança e, determinar o meio em que a criança deve ser adequadamente ensinada.

Quando proposto por Koehler e Mishra (2005), o *framework* TPACK foi descrito como um complexo, multifacetado, e situado constructo. Desde então, diversos estudos foram conduzidos por diferentes grupos de pesquisadores a fim de compreender melhor esse complexo conhecimento. No entanto, essa ampla gama de pesquisas não conduziu a uma definição universalmente aceita sobre o *framework*. Na literatura, o *framework* TPACK pode ser compreendido como a interação do conhecimento pedagógico, de conteúdo e tecnológico e suas intersecções (MISHRA, KOEHLER, 2006), como a integração planejada da tecnologia para o ensino de conteúdo (GRAHAM, BORUP, SMITH, 2012), como a base de conhecimentos necessária para ensinar com tecnologia (VOOGT et al., 2013b; JEN et al., 2016), como uma extensão do PCK (GRAHAM et al., 2009) ou como um corpo único e distinto de conhecimento que deve ser desenvolvido e avaliado por conta própria (ANGELI, VALANIDES, 2009; ANGELI, IOANNOU, 2015). Olofson, Swallow e Neumann (2016) sugerem uma interpretação mais pedagógica do *framework*, sugerindo o “TPACKing” que seria um processo dinâmico de construção de conhecimento, que compreende as considerações contextuais e os pressupostos pedagógicos como fatores fundamentais para o desenvolvimento ativo e contínuo dos conhecimentos dos professores.

Essas definições do *framework* TPACK estão intimamente associadas à compreensão dos pesquisadores sobre a natureza do *framework*. Assim, para se compreender as relações e complexidades existentes dentro do *framework* é necessário que se entenda e se defina duas questões, sendo a primeira relacionada às duas abordagens, integrativa e transformativa, sobre o *framework* TPACK e a segunda relacionada com a definição da fronteira existente entre os conhecimentos que compõem o *framework*.

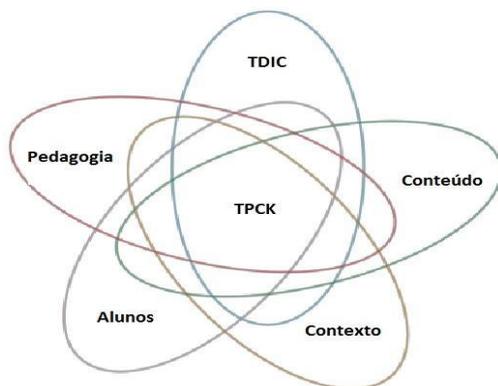
3.2 AS ABORDAGENS TRANSFORMATIVA E INTEGRATIVA DO *FRAMEWORK* TPACK

Atualmente, na literatura existem duas abordagens diferentes sobre o *framework* TPACK: a abordagem transformativa proposta por Angeli e Valanides (2005, 2009) e a abordagem integrativa proposta por Mishra e Koehler (2006). Essas duas posições compreendem o *framework* com uma construção dinâmica, visto que o professor vai desenvolvendo os conhecimentos que fazem parte do *framework* durante sua formação e

sua prática pedagógica (MISHRA, KOEHLER, 2006; ANGELI, VALANIDES, 2009).

Na abordagem transformativa o TPACK¹⁸ é um corpo único e distinto de conhecimento, sendo conceituado em termos de cinco domínios de conhecimento (Figura 5), sendo eles (1) o conhecimento do conteúdo, que envolve conhecimento sobre as teorias e estruturas de um domínio de conteúdo; (2) o conhecimento pedagógico, que refere-se a princípios e estratégias de ensino, de gestão em sala de aula e organização; (3) o conhecimento dos alunos, compreendendo as características e dificuldades que os estudantes trazem para a situação de aprendizagem; (4) o conhecimento do contexto educacional, que engloba valores e objetivos educacionais, bem como as suas bases filosóficas e crenças epistêmicas dos professores sobre ensino e aprendizagem e (5) o conhecimento sobre as TDIC, que é definido sobre a capacidade de saber usar ferramentas/software e solucionar problemas envolvendo a tecnologia (ANGELI, VALANIDES, 2009).

Figura 5: Representação gráfica do *framework* TPACK na abordagem transformativa



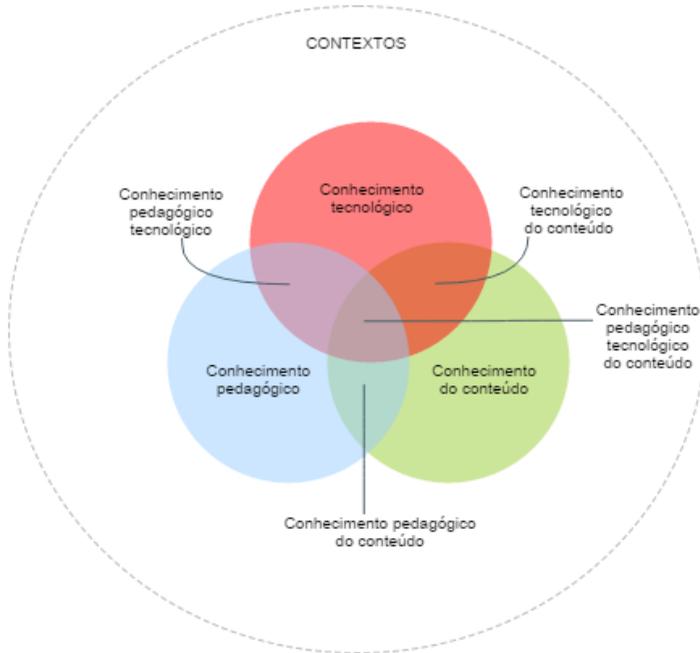
Fonte: Adaptado de Angeli, Ioannou (2015).

¹⁸ Alguns autores (ANGELI, VALANIDES, 2009; IOANNOU, ANGELI, 2015) que defendem a abordagem transformativa do *framework* TPACK continuam utilizando o acrônimo TPCK. Para se referir ao *framework*, neste trabalho optamos por utilizar o acrônimo TPACK, por essa ser a forma mais usual a se referir ao *framework* na literatura internacional.

Na abordagem transformativa, o *framework* TPACK não deve ser compreendido como a integração ou acumulação desses conhecimentos bases, mas a transformação desses conhecimentos que contribuem para o surgimento de um conhecimento novo e único (ANGELI, IOANNOU, 2015; HSU, 2015). Os trabalhos que compreendem o *framework* TPACK através da abordagem transformativa acabam não discutindo os conhecimentos que fazem parte do *framework* de forma isolada. Assim, na abordagem transformativa, o TPACK é definido como o conhecimento sobre como transformar o conteúdo e a pedagogia com as TDIC para determinados alunos, em contextos específicos (ANGELI, VALANIDES, 2009; ANGELI, IOANNOU, 2015).

Embora a “*transformative approach further realizes what Shulman defines as PCK: a set of knowledge within which knowledge infusion is dynamic and transactional*” (ANGELI, VALANIDES, p. 166, 2009.), a abordagem integrativa é a adotada na maioria das pesquisas que se utilizam do referencial TPACK. Na abordagem integrativa, o TPACK é definido como a combinação de três tipos de conhecimento, o conhecimento pedagógico (PK), o conhecimento do conteúdo (CK) e o conhecimento tecnológico (TK), e suas inter-relações. Nessa abordagem, a ênfase é colocada sobre as “*connections, interactions, affordances, and constraints*” (MISHRA, KOEHLER, 2006, p. 1025) entre esses conhecimentos, o que resulta em conhecimentos novos e integrados. Essa combinação é graficamente representada pelo diagrama de Veen (Figura 6), o qual enfatiza as interações entre os três domínios de conhecimento. Assim, a estrutura inclui três núcleos de conhecimento: o conhecimento pedagógico (PK), o conhecimento do conteúdo (CK) e o conhecimento tecnológico (TK). A combinação destes três tipos fundamentais de conhecimento resulta em quatro tipos adicionais de conhecimento: o conhecimento pedagógico do conteúdo (PCK), o conhecimento pedagógico tecnológico (TPK), o conhecimento tecnológico do conteúdo (TCK), e o conhecimento pedagógico tecnológico de conteúdo (TPACK). É importante destacar que todos esses conhecimentos estão situados dentro de um contexto, que inclui por exemplo, as crenças dos professores e o ambiente escolar (NIESS, 2011; PORRAS-HERNÁNDEZ, SALINAS-AMESCUA, 2013).

Figura 6: Representação gráfica da abordagem integrativa do TPACK



Fonte: Adaptada de Mishra e Koehler (2006).

Pela abordagem integrativa, “*the development of TPACK requires teachers to engage the integration of separate knowledge sets in a dynamic process for ensuring the interweaving of the component knowledge*” (HSU, 2015, p. 8). Assim, na abordagem integrativa, o *framework* TPACK não é considerado uma forma distinta de conhecimento, mas um corpo de conhecimento, que é originado de outras formas de conhecimento do professor (KOEHLER, MISHRA, 2009; HSU, 2015) e pode ser desenvolvido na prática pedagógica do professor ou em programas de formação.

Na perspectiva da abordagem integrativa há uma preocupação com os diferentes conhecimentos que compõem o *framework*, sendo que nos processos formativos todos esses conhecimentos precisam ser contemplados, podendo ser desenvolvidos de maneira conjunta ou separadamente para depois se integrarem na ação docente. Na perspectiva

transformativa, a preocupação com o desenvolvimento dos conhecimentos do *framework* não existe, uma vez que o importante nessa abordagem é a transformação desses conhecimentos no conhecimento único, o TPACK.

3.3 OS CONHECIMENTOS NA ABORDAGEM INTEGRATIVA DO *FRAMEWORK* TPACK

Na abordagem integrativa, defende-se que a integração dos diferentes conhecimentos que compõem o *framework* TPACK ocorre em um processo dinâmico, o que torna fundamental que se defina e delimite os tipos de conhecimentos envolvidos. No entanto, Angeli e Valanides (2009) afirmam que "*the explanations of technological pedagogical content knowledge and its associated constructs that have been provided are not clear enough for researchers to agree on what is and is not an example of each construct*" (p.60). Há na literatura uma compreensão de que a fronteira de separação entre os conhecimentos que compõem o *framework* TPACK seja bastante tênue (COX, 2008; ANGELI, VALANIDES, 2009; COX, GRAHAM, 2009; ARCHAMBAUT, BARNETT, 2010; KOH, CHAI, TSAI, 2010; GRAHAM, 2011; JANG, TSAI, 2012; SHINAS V. H. et al., 2013; VOOGT et al., 2013a, VOOGT et al., 2013b; VOOGT et al., 2013c; BASER, KOPCHAC, OZDEN, 2016; ALMERICH et al., 2016; SANG et al., 2016) ou possa nem existir (BRANTLEY-DIAS, ERTMER, 2013).

Ao analisarmos a literatura sobre o *framework*, notamos que existe uma falta de clareza na definição dos conhecimentos que fazem parte do *framework* TPACK. Além disso, os limites entre os conhecimentos que formam o *framework* TPACK são difusos, sendo difíceis de serem distinguidos na prática. Nesse sentido, um mesmo conhecimento, como por exemplo o conhecimento sobre como a tecnologia pode ser usada para fornecer novas maneiras de ensinar e aprender conteúdos, pode ser classificado como TCK, TPK ou TPACK, dependendo da definição desses conhecimentos adotada na pesquisa.

3.3.1 Conhecimento do conteúdo

O CK é o conhecimento dos professores sobre o assunto a ser ensinado ou aprendido, referindo-se a conteúdos específicos da matéria

que o professor leciona, compreendendo o conhecimento de fatos centrais, conceitos, teorias, ideias, procedimentos, atitudes e evidências, bem como os conteúdos que são relevantes para a compreensão do conteúdo específico da matéria (MISHRA, KOELHER, 2006; KOEHLER, MISHRA, 2009; BOSE, 2013; ALMENARA et al., 2014; GARCIA, DOMÍNGUEZ, STIPCICH, 2014; SEUFERT et al., 2016).

The structure of the discipline describes how principles, concepts, and facts are organized, and how the discipline accepts, or rejects, claims. In understanding how the discipline is structured, teachers are equipped to help their students learn not just concepts, but why those concepts are important to the discipline, and how to help their students build disciplinary knowledge (TERPSTRA, 2015, p. 64).

Na perspectiva do ensino de Ciências, o CK é definido como o conhecimento que os professores devem conhecer e compreender para ensinar seus alunos (GARCIA, DOMÍNGUEZ, STIPCICH, 2014). Nesse sentido, o CK compreende o conhecimento de modelos, teorias, princípios, leis, conceitos e procedimentos próprios da Ciência (JIMOYIANNIS, 2010a, GARCIA, DOMÍNGUEZ, STIPCICH, 2014), conhecimento sobre a História e Filosofia da Ciência, conhecimento da natureza da Ciência e conhecimento sobre as relações entre as várias áreas da Ciência (JIMOYIANNIS, 2010a).

3.3.2 Conhecimento pedagógico

Niess (2006) e Kinchin (2012) apresentam em seus trabalhos algumas considerações sobre o termo conhecimento pedagógico, sendo que Niess (2006) usa o termo ensino e aprendizagem, ao invés de conhecimento pedagógico, por entender que o mesmo é mais amplo, compreendendo o conhecimento do currículo, os alunos e a escola. As considerações de Kinchin (2012) são referentes ao fato de que a pedagogia pode ser compreendida como sinônimo de ensino¹⁹, o que segundo o autor, limitaria a compreensão do conhecimento pedagógico,

¹⁹ Nesta pesquisa, optamos por utilizar o termo conhecimento pedagógico, entendendo que a pedagogia compreende valores, crenças e teorias que orientam o ensino.

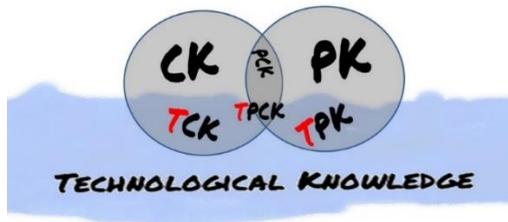
O PK é o conhecimento sobre as habilidades, crenças e concepções sobre o processo de ensino e aprendizagem que transcendem o conteúdo ou são independentes dele (MISHRA, KOEHLER, 2006; GRAHAM, 2011; GRAHAM, BORUP, SMITH, 2012; BOSE, 2013; KOEHLER, MISHRA, CAIN, 2013; ALMENARA et al., 2014; SEUFERT et al., 2016). Assim, há uma compreensão de que o PK está relacionado com os fundamentos teóricos e metodológicos da atuação docente, possibilitando ao professor condições de interagir nas situações de ensino e aprendizagem, independentemente da área em que atue.

O PK é apontado na literatura (HARRIS, MISHRA, KOEHLER, 2007; BOSE, 2013) como sendo um conhecimento amplo, envolvendo não apenas o conhecimento de métodos de ensino, mas também conhecimentos sobre gestão da sala de aula e sobre como os alunos constroem o conhecimento e desenvolvem habilidades durante o processo de ensino e aprendizagem. Nesse sentido o PK envolve o conhecimento sobre as teorias de aprendizagem, as estratégias de ensino e aprendizagem, as características do público alvo e como cada um desses conhecimentos se aplica no contexto de sala de aula (MISHRA; KOEHLER, 2006; HARRIS; MISHRA; KOEHLER, 2009; GRAHAM, 2011; SEUFERT et al., 2016).

3.3.3 Conhecimento tecnológico

O conhecimento tecnológico é definido de diferentes maneiras pelos pesquisadores, o que pode ser explicado pela dificuldade em se definir o conceito de tecnologia (HARRIS, MISHRA, KOEHLER, 2009), pela pluralidade de definições de conhecimento tecnológico (AGYEI, VOOGT, 2012) ou pela dificuldade de se distinguir TK, TPK e TCK (COX, 2008; OWUSU, 2014). Além disso, Mishra e Koehler (2006), Palis (2010) e Owusu (2014) salientam que devido a propensão das tecnologias se tornarem obsoletas com o passar do tempo, definir o conhecimento tecnológico é muitas vezes temporal. Nesse sentido, Figg, Jaipal e Forsythe (2011) propõem uma representação gráfica (Figura 7) em que o TK é representado como um fluxo em constante mudança, como o líquido extracelular de uma célula. Assim, o fluxo do TK permanece dinâmico, fluindo através do CK e PK, os quais representam as células. Ao fluir pelo CK e PK, o TK influencia e é influenciado por esses conhecimentos, dando origem aos conhecimentos integrados do *framework* TPACK.

Figura 7: Representação gráfica do *framework* TPACK



Fonte: Figg, Jaipal e Forsythe (2011).

Analisando as diferentes definições de conhecimento tecnológico presentes na literatura sobre o *framework* TPACK, percebemos que a definição de TK está centrada na definição de tecnologia adotada pelo(s) autor(es). Os autores definem a tecnologia dentro do contexto do conhecimento tecnológico de maneira diferente, apesar de compreenderem as tecnologias apenas como ferramentas (VELASQUEZ, 2009; RUTHVEN, 2013; DRIJVERS et al., 2014). Ao considerar as tecnologias apenas como ferramenta, o conhecimento tecnológico inclui as competências necessárias para operar determinadas tecnologias, o conhecimento de sistemas operacionais e *hardware* de computador e a capacidade de usar *softwares*, como processadores de texto, planilhas, navegadores e e-mail, conhecimento de como instalar e remover dispositivos periféricos, instalar e remover programas de software e criar e salvar documentos (MISHRA, KOEHLER, 2006; VELASQUEZ, 2009; RUTHVEN, 2013; DRIJVERS et al., 2014).

Há na literatura uma categorização entre tecnologia em antigas e novas, sendo as tecnologias digitais consideradas as novas tecnologias (KOEHLER, MISHRA, 2006; KOEHLER, MISHRA, YAHYA, 2007; RUTHVEN, 2013). Alguns pesquisadores (KOEHLER, MISHRA, 2006; KOEHLER, MISHRA, YAHYA, 2007; SCHMIDT et al., 2009; POLLY, et al., 2010; AGYEI, VOOGT, 2012; RUTHVEN, 2013; CELIK, SAHIN, AKTURK, 2014) definem conhecimento tecnológico como o conhecimento de antigas e novas tecnologias, como o quadro negro, livros, giz, lousa digital e internet. Essa definição implica que qualquer ato de ensino se utiliza do TPACK, além de que não estabelece as fronteiras entre o PCK e o TPACK. Tendo em vista essa definição de

tecnologia, Angeli e Valanides (2009) utilizaram o termo ICT-TPACK para representar o foco do TK sobre as tecnologias de informação e comunicação. Da mesma forma, Lee e Tsai (2010) usaram o termo TPACK-W para representar o foco do TK nas tecnologias *Web*.

Acompanhando as recomendações de Cox e Graham (2009) e Graham, Borup e Smith (2012) e o conceito de conhecimento tecnológico proposto por Koehler e Mishra (2009) e Koehler, Mishra e Cain (2013), é possível definir o TK como sendo formado por conhecimentos e habilidades sobre determinadas formas de pensar e trabalhar com tecnologias, ferramentas e recursos digitais, compreendendo também a capacidade de se adaptar às mudanças tecnológicas. Além disso, envolve a compreensão das oportunidades de comunicação, processamento de informações e resolução de problemas que se utilizam das tecnologias digitais (SEUFERT et al., 2016) e o interesse em acompanhar o desenvolvimento de novas tecnologias (KOEHLER et al., 2011).

3.3.4 Conhecimento pedagógico do conteúdo

Alguns trabalhos sobre o *framework* TPACK que fazem parte do escopo dessa revisão recorrem aos trabalhos de Shulman (1986, 1987) para definir o PCK. Há na literatura uma compreensão de que o PCK “*refers to the knowledge of the process of teaching based on the specific content being taught*” (BENTON-BORGHI, 2013). Assim, o PCK compreende o conhecimento sobre estratégias de ensino para um conteúdo específico, levando em consideração o conhecimento prévio dos alunos, as diretrizes curriculares e o conteúdo a ser trabalhado (MISHRA; KOEHLER, 2006; SEUFERT et al., 2016). Além disso, o PCK envolve o conhecimento sobre com quais objetivos o professor ensina determinado conteúdo (COX, 2008). Com esse conhecimento, o professor pode, por exemplo, organizar os tópicos de um mesmo conteúdo buscando uma melhor estratégia de ensino (MISHRA; KOEHLER, 2006).

A literatura sobre o *framework* TPACK na Educação Científica e Tecnológica geralmente não aprofunda as discussões em torno do PCK no ensino de Ciências (KAFYULILO, 2010; SALVADOR, ROLANDO, ROLANDO, 2010; SHEFFIELD et al., 2015), embora haja uma literatura específica sobre a temática²⁰. Assim, encontramos nos trabalhos sobre o

²⁰ Ver Driel, Verloop e Vos (1998), Magnussun, Krajvik e Borko (1999), Abell (2008); Hanuscin, Lee, Akerson (2010), Park et al. (2011), Lozano e Penagos (2014).

TPACK na Educação Científica e Tecnológica conceitos de PCK não específicos para o ensino de Ciências e que recorrem aos trabalhos de Shulman (1986, 1987).

Nos trabalhos sobre o *framework* TPACK no ensino de Ciências, o PCK é compreendido como resultado da integração ou intersecção do conhecimento pedagógico e do conhecimento de conteúdo (KAFYULILO, 2010; JIMOYIANNIS, 2010a, 2010b; SALVADOR, ROLANDO, ROLANDO, 2010; SHEFFIELD et al., 2015). Segundo Jimoyiannis (2010a), o PCK do ensino de Ciências compreende o conhecimento científico e o conhecimento sobre as transformações do conhecimento científico, o conhecimento sobre o currículo de Ciências, o conhecimento sobre as dificuldades de aprendizagem dos alunos sobre conteúdos científicos específicos, o conhecimento sobre as estratégias de aprendizagem, o conhecimento pedagógico geral e o conhecimento sobre o contexto educacional.

3.3.5 Conhecimento Tecnológico do Conteúdo

Na literatura podemos encontrar diferentes definições sobre o conhecimento tecnológico de conteúdo, o que não se deve exclusivamente as diferentes concepções de tecnologia e, conseqüentemente de conhecimento tecnológico adotadas pelos teóricos do *framework* TPACK. Duas definições sobre TCK comuns na literatura afirmam que esse é o conhecimento sobre como a tecnologia pode ser usada para fornecer novas maneiras de ensinar e aprender conteúdos (NIESS, 2005; AGYEI, VOOGT, 2012; AGYEI, KEENGWE, 2014; GARCIA, DOMÍNGUEZ, STIPCICH, 2014; SEUFERT et al., 2016) ou o conhecimento que auxilia os professores a distinguir entre tecnologias que restringem e que facilitam o processo de ensino e aprendizagem dos conteúdos (BOSE, 2013; OWUSU, 2014).

Observamos que nessas duas definições está presente o conceito de compreender o papel das tecnologias na representação de conteúdos no processo de ensino e aprendizagem. Compreendemos que na relação entre tecnologia e conteúdo em um contexto de ensino e aprendizagem, o PK necessariamente deve ser articulado aos conhecimentos de conteúdo e o conhecimento tecnológico. Dessa forma, compreendemos que nessas duas definições de TCK estão presentes conhecimentos pedagógicos. De maneira semelhante, Graham (2011) também observou que muitas definições de TCK presentes na literatura incluíam conhecimento pedagógico.

Robertson (2008) e Ruthven (2013), afirmam que o TCK, assim como o CK e o TK, deve estar livre de qualquer conhecimento pedagógico, como o conhecimento sobre os alunos ou sobre o contexto de sala de aula. Dessa forma, a existência ou não de TCK no contexto escolar ainda é alvo de dúvidas na literatura, pois há uma compreensão de que esse conhecimento não pode existir em um contexto de sala de aula, uma vez que esse contexto injeta necessariamente considerações pedagógicas (GRAHAM, 2011; COX, 2008; ROBERTSON, 2008).

Harris, Mishra e Koehler (2009) reconhecem três formas de integração entre tecnologia e conteúdo, sendo elas: (1) o advento das TDIC pode alterar o conteúdo disciplinar; (2) a TDIC não é neutra em relação aos seus efeitos sobre a cognição e (3) as mudanças tecnológicas possibilitam novas metáforas e linguagens que podem ser utilizadas para facilitar a compreensão de determinado conteúdo. Das três formas de integração entre tecnologia e conteúdo apresentadas por Harris, Mishra e Koehler (2009), a que mais aparece na literatura refere-se a como o advento das TDIC pode alterar o conteúdo disciplinar. Alguns autores (MISHRA, KOEHLER, 2006; RUTHVEN, 2013; BANAS, YORK, 2014) ao conceituarem o TCK falam sobre a forma como um conteúdo pode ser alterado com a aplicação da tecnologia. Em relação as metáforas, há uma compreensão de que elas podem possibilitar uma nova compreensão sobre um determinado conteúdo (BOSE, 2013; KOEHLER, MISHRA, CAIN, 2013), por exemplo, visualizando o coração como uma bomba ou o cérebro como uma máquina de processamento de informações.

Compreendemos que essas três formas de integração entre tecnologia e conteúdo apresentadas por Harris, Mishra e Koehler (2009) não contemplam a relação bidirecional que deve ser entendida dentro desse conhecimento. Koehler e Mishra (2008) afirmam que o TCK é um conhecimento sobre a maneira pela qual a tecnologia e o conteúdo influenciam e se limitam, sendo, portanto, essa uma relação bidirecional. No entanto, notamos através dessa revisão que as definições do TCK encontradas na literatura (BENTON-BORGHI, 2013; BASER, KOPCHAC, OZDEN, 2016), não evidenciam a relação bidirecional existente entre tecnologia e conteúdo.

Na literatura sobre o TCK na Educação Científica e Tecnológica existe uma compreensão de que esse é o conhecimento sobre como as tecnologias são relevantes para a ciência (GRAHAM et al., 2009) e como a tecnologia, através de novos softwares/equipamentos, transforma a ciência (JIMOYIANNIS, 2010b). Nessa perspectiva, Graham et al (2009) dá alguns exemplos de como as TDIC são relevantes

para a ciência, uma vez que permitem visualizar coisas que seriam difíceis/impossíveis de se observar de outra forma, acelerar uma representação de um evento natural criar e manipular modelos de fenômenos científicos, registrar dados que seriam difíceis de serem registrados sem o uso das TDIC e organizar e ver padrões em dados.

3.3.6 Conhecimento Pedagógico Tecnológico

O TPK é um conhecimento de como as TDIC podem ser utilizadas no ensino e como essas tecnologias influenciam ou são influenciadas pelas estratégias pedagógicas do professor e aprendizagem dos alunos, entendendo que seu uso pode mudar o ensino (COX, 2008; DRIJVERS et al., 2014). Além disso envolve a compreensão das ferramentas tecnológicas disponíveis para o ensino, seus limites, possibilidades e potencialidades (OKOJIE, OLINZOCK, OKOJIE-BOULDER, 2006; GRAHAM, 2011; CHAI, 2011; PAMUK, 2012; ALMENARA et al., 2014; TERPSTRA, 2015). Embora diversas definições de TPK possam ser encontradas na literatura, a questão da neutralidade do TPK em relação ao conteúdo parece ser um consenso (COX, 2008; KOEHLER, MISHRA, 2009; GRAHAM, BORUP, SMITH, 2012; ALMENARA et al., 2014). Assim, o TPK teria de envolver o conhecimento tecnológico e pedagógico sem se referir a um conteúdo específico (ALMENARA et al., 2014). No caso do TPK, o uso das TDIC seria justificado pelo fato de facilitar estratégias pedagógicas gerais, as quais não são específicas para um domínio de conteúdo, como o aprendizado ativo e aprendizagem baseada em projetos (GRAHAM, BORUP, SMITH, 2012).

No entanto, não há um consenso se o professor pode ter o TPK puro, ou seja, sem a presença do conhecimento do conteúdo (COX, 2008; GRAHAM, 2011), uma vez que os professores utilizam as estratégias pedagógicas gerais para ensinar algum conteúdo. Enquanto TPK inclui o uso de estratégias pedagógicas gerais, estratégias de ensino específicas para um conteúdo são incluídas no TPACK, como por exemplo, a aprendizagem baseada na investigação em Ciências (GRAHAM, 2011; COX, GRAHAM, 2009).

3.3.7 Conhecimento pedagógico tecnológico do conteúdo

Na abordagem integrativa do *framework*, o TPACK surge da interação entre três domínios de conhecimento (TK, PK e CK), numa

compreensão de como esses conhecimentos se influenciam e se limitam, proporcionando uma base de conhecimento para o professor compreender e promover a integração das TDIC em sala de aula (MISHRA, KOEHLER, 2006; PAMUK, 2012; BOSE, 2013).

O TPACK compreende o conhecimento de estratégias e representações para o ensino de conteúdos específicos com a integração das TDIC, o conhecimento dos currículos e materiais curriculares para integrar a tecnologia no ensino dos conteúdos e o conhecimento sobre como as TDIC podem ajudar os alunos na aprendizagem de determinado conteúdo (NISS, 2005; MISHRA, KOEHLER, 2006; PAMUK, 2012; DRIJVERS et al., 2014). Cox (2008) descreve TPACK como

the knowledge of the dynamic, transactional negotiation among technology, pedagogy, and content and how that negotiation impacts student learning in a classroom context. The essential features [of TPACK] are (a) the use of appropriate technology (b) in a particular content area (c) as part of a pedagogical strategy (d) within a given educational context (e) to develop students' knowledge of a particular topic or meet an educational objective or student need. This definition acknowledges the presence and interaction of all three components with particular emphasis on the use of content-dependent pedagogy (p. 65).

Nesse sentido, o foco do TPACK não é o uso da tecnologia, mas a integração da mesma ao currículo, uma vez que o TPACK é o conhecimento sobre as complexas relações entre tecnologia, pedagogia e conteúdo, que permitem aos professores desenvolverem estratégias de ensino adequadas e contextuais.

O TPACK no contexto da Educação Científica e Tecnológica compreende o conhecimento de estratégias de ensino e representações sobre os conhecimentos científicos, o conhecimento do currículo e materiais curriculares que integram tecnologia visando o aprendizado dos conteúdos, os conhecimentos e crenças sobre a integração das TDIC na prática pedagógica de um determinado conteúdo, o conhecimento sobre as possibilidades, potencialidades e limites das TDIC para facilitar a compreensão por parte do alunos de conceitos científico, o conhecimento sobre os usos das TDIC para recolher e analisar dados científicos, bem

como manipular fenômenos científicos (NIESS, 2005, GRAHAM et al., 2009; JIMOYIANNIS, 2010b).

Daniel (2015) afirma que *“The biology educator who has the content knowledge is there to guide and orchestrate the learning environment, but nonetheless needs to learn pedagogical–technological knowledge in order to utilise the new technologies effectively”* (p. 223). McCroy (2008) identifica alguns exemplos, na Educação Científica e Tecnológica, que o uso das TDIC é eficaz, sendo eles acelerar o tempo por meio de simulações de eventos naturais, poupar tempo através de dispositivos de recolhimento de dados, possibilitar a observação de coisas que não podem ser vistas a olho nu e organizar dados que são difíceis de serem organizados. No ensino de Ciências e Biologia a câmera digital, por exemplo, pode ser usada em saídas de campo para documentar a fauna e flora da região visitada. Além disso, na Educação Científica e Tecnológica, o uso de imagens, modelos tridimensionais, animações, simulações ou ambientes interativos pode ajudar os alunos a compreender mais facilmente alguns conceitos e mudar a atitude dos estudantes em relação às Ciências (KOBIAATKO, HALAKOVA, 2009).

McCroy (2008) classifica as tecnologias que podem ser utilizadas nas aulas de Ciências em três grupos. Em um grupo estão as tecnologias não relacionadas a ciência, mas que podem ser utilizadas na Educação Científica e Tecnológica, por exemplo os processadores de textos. As tecnologias projetadas especificamente para o ensino e aprendizagem da Educação Científica e Tecnológica, como simulações e animações, estão em outro grupo. No último grupo estão as tecnologias projetadas para fazer ciência, como por exemplo, os microscópios e as lupas (McCRORY, 2008), sendo que para a Educação Científica e Tecnológica o TCK está mais relacionado com esse grupo de tecnologias (GRAHAM, 2009).

Assim, a inclusão da tecnologia como uma ferramenta para aprender tanto o conteúdo da ciência e da tecnologia quanto seus processos, de forma a tornar os alunos ativos no processo de ensino e aprendizagem, acaba mudando os papéis desempenhados no processo de ensino e de aprendizagem das ciências. Nesse sentido, Jimoyiannis (2010a) afirma que

information and communication technology (ICT) integration in science education should not aim at a simple improvement of the traditional instruction; rather it is associated to fundamental changes in the learning process while the teaching profession is evolving from an emphasis on

teacher-centered instruction to student-centered learning environments (p. 1261)

Embora o *framework* TPACK seja genérico em relação ao conteúdo, o TPACK é considerado específico para cada disciplina, sendo que o “*CK may fundamentally influence the ways teachers think of and use technology to better facilitate science teaching*” (YEH et al., 2014, p. 719). É evidente a importância de modernizar o Ensino de Ciências, em termos de currículo, conhecimento do conteúdo e abordagens de ensino e aprendizagem (DAUD, DAUD, ARI, 2015) sendo que a perspectiva do modelo TPACK pode auxiliar nesse processo (DANIEL, 2015). Segundo McCrory (2008), quatro domínios de conhecimento são fundamentais para o desenvolvimento do TPACK em professores de ciência, sendo eles conteúdo, aluno, tecnologia e pedagogia, os quais devem ser trabalhados de forma colaborativa. O conhecimento sobre o aluno, envolveria o conhecimento sobre a aprendizagem dos alunos, facilitando na escolha e desenvolvimento de estratégias para trabalhar com os conhecimentos prévios dos alunos e erros conceituais (McCRORY, 2008).

Para Sampaio e Coutinho (2015), “os professores, como construtores do currículo, para ensinar efetivamente com tecnologia educativa, devem conhecer as atividades baseadas no conteúdo que se enquadram com essas tecnologias” (p. 639). Harris, Mishra e Koehler (2009) salientam que quando o professor utilizar o conteúdo como organizador cognitivo para a aprendizagem, ele pode aprender a reconhecer, diferenciar, discutir, escolher, combinar e aplicar atividades baseadas no currículo, de acordo com o *framework* TPACK. Compreendendo que o planejamento do professor para a integração das TDIC deve ser baseado no conteúdo e organizado de acordo com as atividades de aprendizagem, um grupo de pesquisadores e formadores de professores desenvolveram taxonomias de atividades de aprendizagem para as diferentes áreas do currículo (HARRIS, HOFER, 2009; HARRIS et al., 2010; HOFER, HARRIS, 2010; BLANCHARD, HARRIS, HOFER, 2011b; HOFER, HARRIS, 2015). Cada taxonomia trata da identificação de diferentes tipos de atividades para a área de conteúdo e a forma como

tecnologias específicas são usadas com cada uma, tentando ajudar os professores a tomar consciência de toda a gama de possíveis opções, no sentido de conseguirem selecionar quais as atividades e tecnologias mais adequadas, assim como realizar combinações adequadas aos alunos, a suas

necessidades de aprendizagem e ao contexto próprio (SAMPAIO, COUTINHO, 2015).

Esse modelo compreende que

a that logical approach to helping teachers to better integrate technologies in their teaching is to directly link students' content-related learning needs with particular content-based learning activities and related educational technologies that will best support the activities' successful implementation (HARRIS et al., 2010, p. 575).

Na concepção das taxonomias está a ideia de que o planejamento dos professores deve ser baseado em atividades e no conteúdo, que as atividades de aprendizagem são conceituadas e promulgadas de forma diferente nos diversos componentes curriculares e que a integração eficaz da tecnologia requer conhecimentos interdependentes de conteúdo, pedagogia e tecnologia (HARRIS, HOFER, 2009, HARRIS et al., 2010; HOFER, HARRIS, 2015).

Harris e Hofer (2009) afirmam que o planejamento de uma situação de aprendizagem dentro da perspectiva do *framework* TPACK pode ser descrita como o resultado final de cinco decisões, sendo elas a seleção dos objetivos de aprendizagem, a tomada de decisões pedagógicas a seleção e sequenciamento de tipos de atividades adequadas que se combinam para concretizar a experiência de ensino, seleção de estratégias de avaliação que irão revelar quão bem e como os estudantes estão a aprender e a seleção de recursos e ferramentas que auxiliam os alunos na experiência de aprendizagem planejada. Assim, a seleção das atividades e da tecnologia a ser utilizada não ocorrem no mesmo momento, embora na taxonomia sejam elencadas possibilidades de tecnologias para cada atividade (HOFER, HARRIS, 2015).

As taxonomias para as diferentes áreas do currículo foram desenvolvidas colaborativamente entre formadores de professores, pesquisadores na área de integração da TDIC à educação e especialista em TPACK para a área de conteúdo, sendo essas taxonomias baseadas em revisão de literatura, além de currículo internacional para a área de conteúdo (HARRIS et al., 2010). Alguns dos tipos de atividades sugeridos por Harris et al (2010) são usados em várias áreas de conteúdo, enquanto que outros são específicos de determinadas áreas de conteúdo. Na versão mais recente dos tipos de atividade para o Ensino de Ciências foram

identificados vinte e oito tipos de atividades que auxiliam os estudantes a construir seus conhecimentos sobre conceitos e procedimentos específicos de Ciências da Natureza (BLANCHARD, HARRIS, HOFER, 2011a). Essas atividades estão organizadas em três subcategorias, sendo elas: tipos de atividades de construção de conhecimento conceitual, tipos de atividades de construção de conhecimento procedimental e tipos de atividades de expressão do conhecimento (BLANCHARD, HARRIS, HOFER, 2011b).

Os tipos de atividade de construção de conhecimento conceitual²¹ compreendem as atividades que auxiliam os estudantes no entendimento dos saberes sistematizados, leis teorias e modelos (BLANCHARD, HARRIS, HOFER, 2011b). Assim, as atividades de construção do conhecimento conceitual podem enfatizar as relações entre ciência, tecnologia e sociedade, além de possibilitar aos alunos uma visão crítica sobre essas relações. As atividades de construção de conhecimento procedimental²² são fundamentais na Educação Científica e Tecnológica, sendo essas atividades relacionadas a como os estudantes devem saber aplicar princípios, fatos e conceitos no processo de “fazer ciência” (BLANCHARD, HARRIS, HOFER, 2011b). Já os tipos de atividade de expressão do conhecimento compreendem doze atividades que possibilitam aos estudantes desenvolver, expressar e compartilhar seus próprios entendimentos sobre um determinado tópico (BLANCHARD, HARRIS, HOFER, 2011a).

²¹ Compreendemos que o conhecimento conceitual pode

promover uma aproximação dos jovens com os conhecimentos produzidos pela Biologia [Química e Física], que circulam em mídias eletrônicas às quais têm acesso e nas discussões sociopolíticas sobre temas que envolvem ciência e tecnologia. Por meio de uma abordagem histórica e filosófica no tratamento destes temas, é possível construir uma visão crítica do conhecimento científico e tecnológico e de sua relação com a sociedade (BRASIL, 2016, p. 150-151).

²² As concepções atuais sobre a natureza e a epistemologia da ciência enfatizam que o conhecimento científico é “um processo histórico e social, uma forma socialmente construída de conhecer e, portanto, afirmam que a ciência não pode ser ensinada sem [...]a dimensão processual ou procedimental” (POZO, CRESPO, 2009, p. 47) .

Harris et al. (2010) salientam que essa taxonomia pode ser utilizada na formação de professores, sendo que no caso do desenvolvimento profissional de professores de ciências pode-se utilizar atividades como organizar /classificar dados, analisar dados, comparar resultados com as previsões/hipóteses e fazer conexões entre os resultados os conceitos científicos.

3.3.8 Contexto

O contexto é considerado essencial para o *framework* TPACK, tanto na perspectiva integrativa (KOEHLER, MISHRA, 2008; KOEHLER, MISHRA, CAIN, 2013; ROSENBERG, KOEHLER, 2015), quanto na transformativa (ANGELI, VALANIDES, 2005; ANGELI, VALANIDES, 2009; ROSENBERG, KOEHLER, 2015), uma vez que ele enfatiza que “*technology, pedagogy, and content do not exist in a vacuum, but rather, are instantiated in specific learning and teaching contexts*” (KOEHLER, MISHRA, CAIN, 2013, p. 16). No entanto, embora presente no *framework* TPACK desde a sua introdução, o contexto é um dos mais complexos, importantes e menos compreendidos componentes do *framework* (KELLY, 2010; KOH, CHAI, TSAI, 2013; ROSENBERG, KOEHLER, 2015; OLOFSON, SWALLOW, NEUMANN, 2016), sendo que durante essa pesquisa notamos que ele é pouco referenciado nos trabalhos sobre TPACK, estando presente apenas na representação gráfica do *framework*.

Koehler et al. (2014) afirmam que o *framework* “*TPACK does not exist in a vacuum but rather is grounded and situated in specific contexts as represented by the outer dotted circle in the TPACK diagram*” (p. 102). Nesse sentido, o contexto é essencial para o *framework* TPACK, (KOH, CHAI, TAI, 2013, 2014; ROSENBERG, KOEHLER, 2015), o que se evidencia pela sua presença na descrição do TPACK por alguns autores, como Harris et al. (2010) que afirmam que “*TPACK, like all types of teacher knowledge, is expressed in different ways and to different extents at different times, with different students, and in differing contextual conditions*” (p. 324).

A importância do contexto é fundamental na formação e desenvolvimento profissional de professores (ROSENBERG, KOEHLER, 2015), pois permite uma compreensão de parte das complexidades do *framework* TPACK. Algumas pesquisas (GUZEY, ROEHRIG, 2009; ANGELI, VALANIDES, 2009; KOH, CHAI, TSAI, 2013; KOH, CHAI, TAY, 2014; ROSENBERG, KOEHLER, 2015)

apontam que restrições e especificidades contextuais, como a disponibilidade das TDIC, perfil dos cursistas e características das disciplinas que os professores lecionam, impactam nos programas de formação de professores e no seu desenvolvimento profissional. Angeli e Valanides (2005, 2009, 2013) e ALMÉRICH et al. (2016) afirmam que o conhecimento do contexto envolve o conhecimento de uma ampla gama de condições da sala de aula e seus atores, que influenciam a forma como os professores fazem a integração das TDIC no currículo.

Porrás-Hernández e Salinas-Amescua (2013), Chai, Koh e Tsai (2013) e Koh, Chai e Tay (2014) tem sugerido uma expansão na definição de contexto dentro do *framework* TPACK. Em relação a influência do contexto no *framework*, Porrás-Hernández e Salinas-Amescua (2013) propõem que o *framework* TPACK tem três níveis contextuais de influência (micro, meso e macro) e dois atores (professores e alunos) influenciando o contexto. Para os autores, os professores e alunos apresentam características únicas que influenciam as interações e o processo de aprendizagem. Assim, não se deve ter apenas considerações sobre o conhecimento prévio dos alunos e suas dificuldades de aprendizagem, mas também as condições externas que fazem parte da vida do aluno. Para o professor, as variáveis subjetivas explicam todas as decisões que ele faz para as experiências educacionais que projeta, como por exemplo a integração das TDIC. Assim, cada um desses atores é um objeto de conhecimento que influencia todas as esferas e cruzamentos no âmbito do *framework* TPACK. Os atores são descritos como características que afetam os conhecimentos que compõem o *framework* TPACK dos professores. Identificar quais os indivíduos (professores e alunos) estão envolvidos no contexto do ensino com a tecnologia pode resolver a ambiguidade sobre quem o contexto afeta e o que afeta o contexto, como por exemplo a motivação e as crenças dos estudantes e do professor (PORRAS-HERNÁNDEZ, SALINAS-AMESCUA, 2013).

Em relação aos níveis contextuais de influência, o nível macro corresponde ao ambiente social, político, tecnológico e econômico, compreendendo o rápido desenvolvimento tecnológico, bem como políticas educacionais nacionais e globais que incentivam a integração das TDIC, como políticas de formação de professores (PORRAS-HERNÁNDEZ, SALINAS-AMESCUA, 2013). O acesso às TDIC, o bom funcionamento delas e o suporte técnico são apontados como fatores que afetam a disposição dos professores em integrar as TDIC em sua prática pedagógica (ERTMER, 2005).

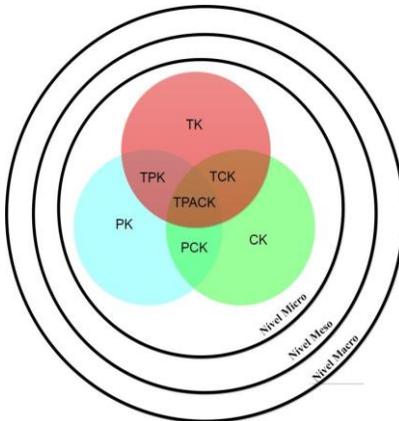
No nível meso, temos o contexto escolar, no qual a cultura escolar pode moldar os usos das TDIC (PORRAS-HERNÁNDEZ,

SALINAS-AMESCUA, 2013). O apoio dos colegas da escola, compartilhando experiências, auxiliando no processo de integração de uma TDIC pode enriquecer o desenvolvimento dos conhecimentos que fazem parte do *framework* TPACK dos professores (KOH, CHAI, TAY, 2014). Além disso, o ambiente físico escolar e o acesso às TDIC por professores e alunos influenciam diretamente esses conhecimentos.

Por fim, no nível micro, Porras-Hernández e Salinas-Amescua (2013) e Rosenberg e Koehler (2015) situam o contexto da sala de aula, no qual fatores, como o perfil dos alunos, o conhecimento dos mesmos e a crença dos professores, afetam a maneira que ocorre a integração das TDIC. Diversas pesquisas (LIM, CHAI, 2008; HEW, BRUSH, 2007; NIESS, 2013; VOOGT et al., 2013b; NIESS, 2015) apontam que as concepções dos professores sobre educação e sobre tecnologia afetam a integração das TDIC, bem como o desenvolvimento dos conhecimentos que fazem parte do *framework* TPACK em professores e futuros professores. Por exemplo, as crenças tecnológicas e pedagógicas são refletidas no TPACK dos professores (VOOGT et al., 2013b) e influenciam a integração das TDIC (HEW, BRUSH, 2007).

Para Porras-Hernández e Salinas-Amescua (2013), os três níveis contextuais fazem parte tanto da abordagem integrativa, quanto da transformativa, sendo que os autores propõem uma nova representação gráfica para a abordagem integrativa (Figura 8).

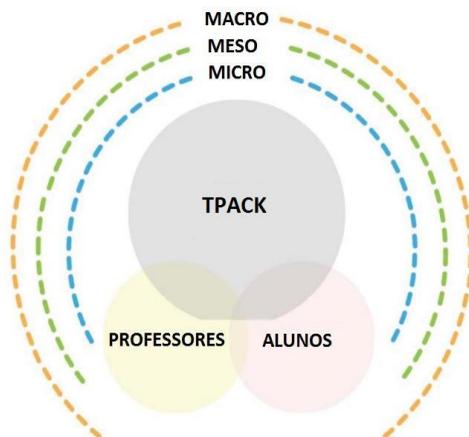
Figura 8: Representação gráfica dos níveis contextuais no *framework* TPACK



Fonte: Porras-Hernández e Salinas-Amescua (2013).

Essa representação gráfica acaba silenciando uma importante contribuição de Porras-Hernández e Salinas-Amescua (2013) sobre o contexto na perspectiva do *framework* TPACK, que é a presença dos atores. Como mencionado anteriormente, os atores são descritos como características que afetam os conhecimentos que fazem parte do *framework* TPACK dos professores, identificando quais os indivíduos (professores e alunos) estão envolvidos no contexto do ensino com a tecnologia pode resolver a ambiguidade sobre quem o contexto afeta e o que afeta o contexto, como por exemplo a motivação e as crenças dos estudantes e do professor. Nesse sentido, Rosenberg e Koehler (2015) propõem uma representação gráfica (Figura 9) que embora silencie parte das complexidades existentes no *framework* TPACK, como por exemplo a interação entre os domínios de conhecimento na abordagem integrativa, evidencia a estrutura conceitual para o contexto proposta por Porras-Hernandez e Salinas-Amescua (2013).

Figura 9: Representação gráfica proposta por Rosenberg e Koehler (2015) para a estrutura conceitual para contexto do *framework* TPACK de Porras-Hernandez e Salinas-Amescua (2013)

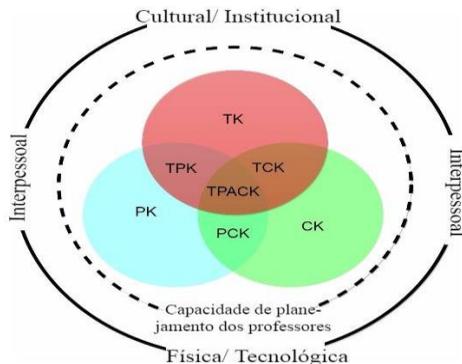


Fonte: Adaptada de Rosenberg e Koehler (2015).

Os trabalhos de Chai, Koh e Tsai (2013) e Koh, Chai e Tay (2014) também procuram entender melhor o contexto no *framework* TPACK. Segundo esses autores, o contexto na perspectiva do

desenvolvimento do TPACK pode ser interpretado como compreendendo quatro dimensões interdependentes (Figura 10), sendo elas (1) física/tecnológica, que compreende a disponibilidade e eficácia dos recursos para apoiar a integração das TDIC, (2) cultural/institucional que lida com as influências institucionais da sociedade e da cultura, como políticas educacionais de formação de professores e currículo, (3) intrapessoal que está relacionada a crenças pessoais dos professores sobre o ensino, a aprendizagem, os alunos, ou sobre si próprios como professor, (4) interpessoal que envolve a interação e colaboração com os colegas de trabalhos, alunos e pais de alunos.

Figura 10: Representação gráfica das dimensões do contexto para *framework* TPACK



Fonte: Adaptado de Koh, Chai e Tay (2014).

Utilizando as compreensões de contexto apresentadas anteriormente (PORRAS-HERNÁNDEZ, SALINAS-AMESCUA, 2013; KOH, CHAI, TAY, 2014; ROSENBERG, KOEHLER, 2015) fica evidente que diversos fatores fazem parte do contexto no *framework* TPACK e esses fatores influenciam na integração das TDIC. A importância de considerarmos o contexto no desenvolvimento dos conhecimentos que compõem o *framework* TPACK está presente em alguns trabalhos, por exemplo, Jen et al. (2016), que afirma na conclusão de seu trabalho que “*the availability of technology in the classroom and teachers' professional development in TPACK might not be the only*

issues; how teachers feel about their environment and the support available for their teaching with technology should be considered" (p.58).

No entanto, conforme dito anteriormente, o contexto é pouco aprofundado nos trabalhos sobre o *framework* TPACK, o que fica bem evidente na fundamentação teórica dos trabalhos analisados nessa pesquisa, bem como na apresentação dos resultados e conclusões desses trabalhos.

3.4 O FUTURO DO *FRAMEWORK* TPACK

Brantley-Dias e Ertmer (2013) consideram que o conceito de TPACK já estava presente no PCK e, portanto, a criação do conceito do *framework* TPACK pode não ter sido necessária. Os autores afirmam isso valendo-se do fato de que Shulman (1986) escreveu sobre o conhecimento de materiais instrucionais que são úteis para o ensino de um conteúdo. Nessa perspectiva, Brantley-Dias e Ertmer (2013) afirmam que a tecnologia computacional provavelmente seria mencionada se o artigo de Shulman fosse escrito anos mais tarde e que outras tecnologias foram citadas nos trabalhos de Shulman (1986, 1987). Nesse sentido, Brantley-Dias e Ertmer (2013) questionam se as ferramentas digitais são suficientemente diferentes de outras ferramentas, mais tradicionais, para exigir a sua própria categoria de conhecimento.

Cox e Graham (2009) afirmam que o ensino com a tecnologia digital é diferente do que ensinar com as tecnologias "tradicionais", pois as TDIC alteram a prática do professor, no âmbito da dinâmica de sala de aula, reorganizam o currículo e as condições de trabalho. No entanto, Hughes e Scharber (2008) e Almenara et al. (2014) compreendem que o *framework* TPACK é um *framework* temporário, que irá se manter até o uso das TDIC em sala de aula se tornar transparente e onipresente, e a questão deixar de ser a integração das TDIC na educação. Nesse sentido, quando as tecnologias digitais utilizadas em sala de aula se tornarem onipresentes e transparentes, o *framework* TPACK se transforma em PCK, sendo que as complexidades dos conhecimentos integrados dentro do *framework* TPACK passarão a fazer parte do PCK.

O *framework* TPACK oferece uma perspectiva para analisar o fenômeno complexo da integração das TDIC, possibilitando um olhar para a prática pedagógica do professor e também para a formação de professores para a integração das TDIC. A aplicação desse *framework* nas iniciativas de formação de professores é um campo investigativo a ser explorado e com amplo potencial (JIMOYIANNIS, 2010b). No entanto,

o *framework* TPACK não foi concebido como um modelo prescritivo com limites rígidos, mas sim como uma estrutura flexível (SHEFFIELD et al., 2015), sendo que a formação que se utiliza teórica e metodologicamente desse referencial pode ter diferentes percursos formativos, o que será apresentado no próximo capítulo.

4 O *FRAMEWORK* TPACK NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES

Na formação de professores para a integração das TDIC, o *framework* TPACK tem atraído atenção nos últimos anos, fornecendo uma lente teórica capaz de analisar como a configuração da formação afeta o desempenho do professor para a integração das TDIC (COX, GRAHAM, 2009; FINGER, JAMIESON-PROCTOR, ALBION, 2010; JANG, 2010; COUTINHO, 2011; CHIEN et al., 2012, CHIEN, CHANG, 2015; CABERO, BARROSO, 2016) e de descrever se um professor pode efetivamente aprimorar sua concepção sobre integração da tecnologia através de programas de formação (ANGELI, VALANIDES, 2009; AN, WILDER, LIM, 2011; AGYEI, VOOGT, 2015; CROMPTON, 2015).

Além disso, o TPACK pode ser referencial capaz de orientar a elaboração e a análise de iniciativas de formação inicial e continuada de professores (AN, WILDER, LIM, 2011; DEMIR, 2011; CHAI et al., 2011; DEMIR, 2011; ALAYYAR, FISSER, VOOGT, 2012; CHANG et al., 2012; BOWER et al., 2013; RAMOS, REICHERT, CAVELLUCI, 2014). Nesse sentido, o *framework* TPACK fornece

uma estrutura conceitual para a análise dos processos de formação de professores(as). Se analisarmos o perfil de nossos cursos de formação inicial, as Licenciaturas em geral, percebemos que a grande maioria teve maior ênfase na dimensão disciplinar (CK); a dimensão pedagógica disciplinar (PCK) está presente, mas com menor intensidade; e há pouca ênfase às dimensões que envolvem o saber tecnológico (TK, TCK, TPK e TPACK). Em geral, as dimensões TK e TPK são tratadas, mas há insuficiente ênfase nas dimensões TCK e TPACK. (RAMOS, REICHERT, CAVELLUCI, 2014, on-line).

O presente capítulo apresenta como o *framework* TPACK vem sendo utilizado para embasar teórica e metodologicamente propostas de formação de professores para a integração das TDIC.

4.1 A FORMAÇÃO DE PROFESSORES NAS ABORDAGENS INTEGRATIVA E TRANSFORMATIVA DO *FRAMEWORK* TPACK

As formações que se utilizam do *framework* TPACK como quadro teórico ocorrem por uma variedade de meios, desde presencial,

mista ou a distância, em programas de formação que podem durar de alguns dias a vários meses (DOERING et al., 2009; JANG, CHEN, 2010; JIMOYIANNIS, 2010b; KOH, DIVAHARAN, 2011; ALSOFYANI et al., 2012; FIGG, JAIPAL, 2013; AGYEI, VOOGT, 2015). Independentemente do tempo e do formato dessas formações, elas têm apresentado influência positiva sobre o desenvolvimento dos conhecimentos que compõem o *framework* TPACK nos professores (JANG, 2010; JANG, CHEN, 2010; FIGG, JAIPAL, 2012; HOFER, GRANDGENETT, 2014).

Na abordagem integrativa do *framework* TPACK, a formação de professores deve buscar uma compreensão das interações entre os três domínios de conhecimento que compõe o *framework* (KOEHLER, MISHRA, YAHYA, 2007; HARRIS, MISHRA, KOEHLER, 2009; KOEHLER, MISHRA, 2009; KOEHLER et al., 2011; KOEHLER, MISHRA, CAIN, 2013). Nesse sentido, Doering et al. (2009) propõem que os programas de formação para uso das TDIC devam compreender o *framework* TPACK como uma base de conhecimento, o que implica trabalhar o CK, PK e TK de maneira integrada, reforçando as intersecções desses domínios de conhecimento. Koehler, Mishra e Yahya (2007) afirma que o “*developing TP[A]CK is a multigenerational process, involving the development of deeper understandings of the complex web of relationships between content, pedagogy and technology and the contexts in which they function*” (p. 758).

Na abordagem transformativa do *framework* TPACK, a formação deve estar centrada no desenvolvimento dos conhecimentos que formam o *framework*, pois o *framework* não é compreendido como a soma dos conhecimentos individuais que o formam. Nesse sentido, na abordagem transformativa o *framework* TPACK é um conhecimento novo, que se efetiva na integração da tecnologia, devendo ser tratado como tal na formação (ANGELI, VALANIDES, 2009; ANGELI, IOANNOU, 2015).

Na abordagem integrativa do *framework* TPACK, há inúmeros caminhos para o desenvolvimento dos conhecimentos que compõem o *framework* nos professores e futuros professores, sendo que Bull et al (2007) afirma que o desenvolvimento desses conhecimentos pode iniciar do conhecimento isolado para depois ser integrado aos demais conhecimentos. Por exemplo, pode concentrar-se nos problemas de aprendizagem de uma determinada área de conteúdo e ver como pedagogia e tecnologia pode ser melhor utilizadas para desenvolver a compreensão do conteúdo. Chui, Au-Yeung e Cheng (2015) identificaram em sua pesquisa que os futuros professores podem

desenvolver os conhecimentos do *framework* gradativamente a partir de um único conhecimento, geralmente o conhecimento tecnológico. Analisando os assuntos trabalhados na formação de professores proposta por esses autores, percebemos que o foco principal da formação estava no TK, sendo que dentre os assuntos abordados na formação estavam carregar documento no *Google Drive*, incorporar o documento do *Google Drive* em um blog, criar e incorporar a voz como um avatar falando no blog e co-editar um questionário on-line no *Google Drive*. Para os autores isso possibilitou o desenvolvimento de uma consciência reflexiva por parte dos professores na perspectiva do ensino e aprendizagem com TDIC.

No entanto, para Koehler et al. (2014), o desenvolvimento de conhecimentos e competências em conteúdo, pedagogia e tecnologia de maneira isolada está fadado ao fracasso. Assim, na visão desses autores as formações de professores precisam elaborar experiências e situações educativas nas quais os professores em formação integrem os três conhecimentos base. Essa perspectiva de formação acaba sendo semelhante a perspectiva de formação adotada na abordagem transformativa.

Koehler et al. (2014) identificaram três formas de desenvolvimento do TPACK a partir dos conhecimentos integrados, sendo (1) os professores usando o PCK para identificar quais tecnologias funcionam para determinados conteúdos, (2) professores utilizando TPK para desenvolver competências no uso de tecnologia em contextos gerais de aprendizagem, para depois desenvolver esse conhecimento na perspectiva do conteúdo específico e (3) professores adquirindo experiência e conhecimento tecnológico pedagógico do conteúdo através de planejamento de aulas. Esse processo de planejamento de aulas serve como o *locus* para atividades que produzem *insights* sobre a integração tecnologia, pedagogia e conteúdo, sendo uma estratégia geralmente utilizada nas formações que utilizam tanto a abordagem transformativa quanto a integrativa do *framework* TPACK (ANGELI, VALANIDES, 2009).

4.1.1 O *framework* TPACK e a formação inicial de professores

Os professores em formação não entram em programas de formação desprovidos dos conhecimentos que fazem parte do *framework* TPACK, sendo que mesmo na formação inicial os professores já possuem considerações sobre esses conhecimentos (CHAI et al., 2011; KOH,

DIVAHARAN, 2011). No entanto, a falta de conhecimentos pedagógicos pode ser um entrave para a formação e as disparidades de conhecimentos relacionados com a pedagogia entre os alunos deve ser considerada no planejamento de programas de formação inicial de professores para uso das TDIC (LEE, KIM, 2014).

Nesse sentido, diversas pesquisas (PIERSON, 2001, OKOJIE, OLINZOCK, OKOJIE-BOULDER, 2006; CHAI, KOH, TSAI, 2010; PAMUK, 2012; KOH, DIVAHARAN, 2011; LEE, KIM, 2014) tem apontado o conhecimento pedagógico como sendo um fator crítico na integração das TDIC e na capacidade de articular a tecnologia ao processo de ensino e aprendizagem. Okojie, Olinzock e Okojie-Boulder (2006) afirmam que *“the degree of success teachers have in using technology for instruction could depend in part on their ability to explore the relationship between pedagogy and technology”* (p. 66). Assim, a literatura aponta que nas formações iniciais para o uso das TDIC que utilizam como quadro teórico o *framework* TPACK na abordagem integrativa, o PK é um componente fundamental na aquisição dos conhecimentos que compõem o *framework*, sendo que a aquisição desses conhecimentos pode ser compreendida como um processo progressivo, de aprender do conhecimento isolado ao conhecimento integrado. Nesse sentido, Chai, Koh, Tsai (2010) afirmam que na formação inicial deve-se dar prioridade ao desenvolvimento de uma forte base pedagógica nos professores em formação, para depois introduzir os conhecimentos tecnológicos e de conteúdo. Esses autores identificaram que *“the prerequisite for enhancing TPACK is the acquisition of solid pedagogical knowledge”* (CHAI, KOH, TSAI, 2010, p. 70).

No entanto esse modelo de formação, focando inicialmente no conhecimento pedagógico não é consenso entre os pesquisadores. Koh e Divaharan (2011) sugerem que para os futuros professores, o ideal de formação seria uma combinação de dois métodos, um focado nas TDIC e outro na integração das TDIC. Assim, inicialmente teríamos um desenvolvimento do TK e TPK dos professores, para posteriormente desenvolver o TPACK, sendo que a ênfase no TK nos professores em formação deveria ser grande no início do curso, diminuindo ao longo da formação (KOH, CHAI, 2014; KOH, DIVAHARAN, 2011). No entanto, a falta/pouca experiência pedagógica limita a capacidade dos professores em formação de explorar o TK de forma mais inovadora (PAMUK, 2012) e de forma integrada a outros domínios de conhecimento (KOH, CHAI, 2014).

Uma série de ações na formação inicial podem auxiliar no desenvolvimento do conhecimento dos professores em conteúdo,

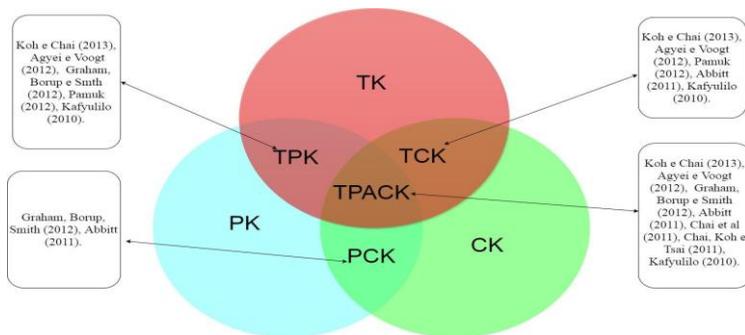
pedagogia e tecnologia, como a participação dos futuros professores no planejamento de atividades integrando as TDIC e a oportunidade para demonstrar o uso da tecnologia em uma situação similar ao ensino real. Ao realizar esse tipo de atividade, os professores em formação adquirem habilidades para escolher as TDIC apropriadas para apoiar determinadas atividades de aprendizagem, permitindo que eles reflitam na perspectiva do TPACK como um conhecimento integrado e dentro de um contexto.

O planejamento de atividades/plano de aula integrando as TDIC está presente em vários modelos de formação de professores para integração, sendo que Peker (2009), Kafyulilo (2010) e Chien e Chang (2015) defendem que ele seja um processo cíclico. Isso significa que os cursistas devem planejar a atividade/plano de aula integrando as TDIC, apresentar aos demais cursistas e após o *feedback* dos colegas, redesenhar a atividade/plano de aula, incorporando as ideias relevantes levantadas pelos colegas. Por fim, os cursistas reapresentam a atividade/plano de aula aos demais cursistas, podendo haver novos *feedbacks* e um novo redesenho da atividade/plano de aula. O ciclo pode ser repetido quantas vezes for necessário, até que os três conhecimentos base do *framework* TPACK estejam bem integrados ao ensino e a dimensão contexto seja compreendida pelos cursistas.

Ao participarem de uma atividade de planejamento de um plano de aula e sua execução, os cursistas experimentam como as TDIC podem ser integradas ao currículo dentro de um contexto. Isso acaba por permitir ao professor ensinar no contexto de sala de aula, embora na formação inicial essa prática nem sempre é realizada na escola, mas com os colegas de formação. Essa prática aumenta a confiança dos futuros professores e a competência deles em trabalhar com as TDIC, além de desenvolver, na perspectiva integrativa, os conhecimentos que compõem o *framework* TPACK (KOH, CHAI, 2014; CHIEN, CHANG, 2015).

Nas formações iniciais de professores para o uso das TDIC que utilizam o *framework* TPACK como quadro teórico, verificou-se um aumento significativo nos conhecimentos considerados integrados, especialmente nos conhecimentos que envolvem o conhecimento tecnológico (Figura 11). Isso se justifica pelo fato de que muitos programas de formação, embora trabalhem os diferentes conhecimentos do *framework* TPACK, ainda centram-se numa formação que privilegia as discussões que envolvem o TK.

Figura 11: Conhecimentos integrados desenvolvidos durante a formação inicial de professores para a integração das TDIC



Fonte: Elaborada pela autora.

Assim, o desenvolvimento desses conhecimentos integrados pelos futuros professores durante a formação parece estar associado fortemente aos objetivos, conteúdo e estratégias de ensino e aprendizagem da formação. Como o foco dessas formações não está no desenvolvimento do conhecimento do conteúdo, o PCK acabou sendo o conhecimento integrado que a literatura menos identificou aumento significativo após a formação (KAFYULILO, 2010; AGYEI, VOOGT, 2012; PAMUK, 2012; KOH, CHAI, 2014).

4.1.2 O *framework* TPACK na formação continuada

Diversas pesquisas (NISS, 2007; GRAHAM et al. 2009; SHIN et al., 2009; CHAI, KOH, TSAI, 2010; ABBITT, 2011; AGYEI, VOOGT, 2015) apontam para o desenvolvimento do TPACK dos professores durante programas de formação continuada, inclusive com uma compreensão mais profunda e complexa das relações entre os três domínios de conhecimento do que nas iniciativas de formação inicial. Chai, Koh e Tsai (2010) chegaram a conclusão que o desenvolvimento profissional que utiliza o *framework* TPACK como quadro teórico leva a uma seleção e uso de atividades e tecnologias de aprendizagem mais consciente, estratégica, e variada, com planejamento centrado no aluno e padrões mais elevados de qualidade para a integração da tecnologia na prática pedagógica. No entanto, cabe aqui ressaltar que a grande maioria dos programas de formação continuada de professores não oferecem

cursos de tecnologia adaptados ao conteúdo específico, sendo formações multidisciplinares (KAFYULILO, 2010; AGYEI, VOOGT, 2015).

Graham et al. (2009) e Koh, Chai e Tsai (2013) identificaram que durante a formação continuada para o uso das TDIC, os conhecimentos que os professores mais desenvolvem são TCK e TPACK. De modo semelhante, Niess (2007) e Koh e Chai (2014) perceberam em suas pesquisas que quando os professores começaram a considerar o CK houve um maior desenvolvimento do TPACK. Os trabalhos de Graham et al. (2009) e Koh, Chai e Tsai (2013) mostraram que o TPK dos professores era pouco desenvolvido ao longo da formação continuada, uma vez que as considerações sobre conteúdo eram frequentes na formação dos professores que estão exercendo sua atividade profissional. Isso evidencia a importância de que a formação continuada para o uso das TDIC deve não apenas articular o TK e o PK, mas dar voz e vez também para o CK. Assim, o conteúdo pode servir como um grande canal para os objetivos primários da formação de professores para o uso das TDIC, sendo o foco nos problemas de ensino e aprendizagem da área de conteúdo um elemento necessário do desenvolvimento profissional eficaz. Nesse sentido,

professional development is designed to foster changes in teacher knowledge and practice, which hinges upon the classroom content that teachers are charged to transmit to their students. Therefore, it is imperative that professional development focus on the specific content needs of participants (YOUNG, 2011, p. 9).

Essa talvez seja a principal diferença em relação a perspectiva do *framework* TPACK na formação inicial, uma vez que as pesquisas indicam o PK como elemento crítico da formação inicial e o CK na formação continuada.

Algumas pesquisas (ARCHAMBAULT, CRIPPEN, 2009; OWUSU, 2014) que mensuraram os conhecimentos dos professores antes e depois de um programa de formação continuada indicam que os professores apresentam alta pontuação para o CK e o PK antes de participarem da formação de professores. Archambault e Crippen (2009) acreditam que isso se deve a maneira como ocorre a formação inicial dos professores, a qual evidencia os conhecimentos de conteúdo e conhecimento pedagógico. Outro aspecto interessante na formação continuada apontado na literatura (ABBITT, 2011; KOH, CHAI, 2014) é que quando os professores possuem altos níveis de confiança em TK, eles

se concentram mais em considerar as interações entre o conteúdo, pedagogia e tecnologia durante a formação. Caso contrário, esse professor se preocupa mais com o desenvolvimento do conhecimento tecnológico.

4.2 MODELOS FORMATIVOS QUE UTILIZAM O *FRAMEWORK* TPACK

Com o desenvolvimento do *framework* TPACK, esse quadro teórico passou a ser utilizado na criação de modelos de formação e desenvolvimento profissional de professores, principalmente na concepção desses modelos. Na formação de professores, uma das áreas que necessita de pesquisa é a que envolve a integração das TDIC nos programas de formação, havendo a necessidade de se repensar os modelos de formação tanto inicial quanto continuada (SCHMIDT et al., 2009). Assim, alguns dos modelos formativos elaborados a partir do *framework* TPACK são apresentados, salientando seu percurso formativo, uma vez que isso está diretamente relacionado com a presente pesquisa.

O modelo de formação TPACK-COPR (Compreensão, Observação, Prática e Reflexão), não se utiliza do *framework* TPACK apenas para a elaboração da proposta de formação, mas também incorpora o estudo sobre o *framework* pelos professores durante a formação (JANG, CHEN, 2010). Esse modelo é baseado na abordagem transformativa do TPACK (ANGELI, VALANIDES, 2009) e busca desenvolver o TPACK dos professores através de uma formação baseada em quatro etapas (JANG, CHEN, 2010). Nesse modelo, a formação inicia-se com o estudo da base teórica sobre o PCK e TPACK, incluindo o estudo de livros e artigos de forma colaborativa, solicitando que os professores em formação descrevam sua compreensão sobre o PCK e o TPACK. Na segunda etapa ocorre a integração da teoria e da prática, sendo que os professores em formação devem observar professores mais experientes, identificar suas habilidades e dar sugestões e fazer comentários sobre a prática que observou. No terceiro momento, os professores em formação devem aprender a elaborar planos de aula que integrem as TDIC, aplicá-lo e, após a aplicação, analisar os prós e os contras de seu planejamento. Por fim, na etapa de reflexão, os professores assistiram aos vídeos de suas atuações, compartilhando com seus colegas sua experiência e refletindo sobre sua própria prática.

O modelo TPACK-IDDIRR (Introduzir, Demonstrar, Desenvolver, Aplicar, Refletir e Revisar), proposto por Lee e Kim (2014) baseia-se na abordagem integrativa do *framework* TPACK (MISHRA,

KOEHLER, 2006) para desenvolver um modelo para a formação de professores. Esse modelo apresenta como diretrizes procedimentos explícitos e sistemáticos para fornecer soluções práticas para melhorar o TPACK dos professores, fase para introduzir o *framework* TPACK e demonstrar exemplos de boas práticas, planejamento de atividades de aprendizagem, como a criação de planos de aula e processo de aprendizagem concebido como algo cíclico, oferecendo oportunidades aos cursistas de passar pelo processo de planejamento de um plano de aula mais de uma vez (LEE, KIM, 2014).

Na proposta desse modelo, na primeira etapa da formação é introduzido o conceito do *framework* TPACK, explicando e exemplificando os sete tipos de conhecimento. Na etapa de demonstração, o professor formador fornece exemplos de boas práticas em que ocorre a integração dos três domínios de conhecimento. Na terceira fase, o modelo de formação TPACK-IDDIRR sugere que os cursistas sejam divididos em pequenos grupos e elaborem um plano de aula embasado no *framework* TPACK, o qual vai ser implementado na quarta fase por um ou dois alunos da equipe. Assim, nessa fase enquanto um ou dois alunos do grupo efetiva o plano de aula que planejou, os demais cursistas assumem o papel de aluno e fornecem *feedback* aos colegas, sendo que a aula é gravada. Na próxima etapa da formação, a gravação da aula é vista pelos cursistas, possibilitando uma reflexão sobre as atividades executadas em sala. Por fim, os cursistas revisam seu plano de aula e outro membro ou dupla de cada grupo implementa o plano revisado. Nesse modelo formativo cada grupo atravessa novamente as etapas de refletir e revisar o plano. As fases de Aplicar, Refletir e Revisar podem ocorrer diversas vezes durante a formação, até todos os membros do grupo consigam implementar o plano de aula e a integração da tecnologia seja considerada adequada. Isso possibilita várias oportunidades para os cursistas passarem pelo processo de planejamento de um plano de aula.

Apesar dos modelos de formação TPACK-COPR e TPACK-IDDIRR serem semelhantes, duas diferenças merecem ser destacadas. A primeira é como os dois modelos diferem na compreensão da natureza do *framework* TPACK, o que acaba impactando na formação, especialmente na primeira fase de cada um dos modelos. Assim, enquanto a formação que segue o modelo TPACK-COPR se preocupa com o entendimento do TPACK como um corpo único de conhecimento que surge na prática, o modelo TPACK-IDDIRR tem que se preocupar com as definições e delimitações entre os sete tipos de conhecimento existentes no *framework* TPACK, bem como com o desenvolvimento desses tipos de conhecimentos. A segunda diferença é a oportunidade que o modelo

TPACK-IDDIR (LEE, KIM, 2014) possibilita aos cursistas de passar pelo processo de planejamento de um plano de aula mais de uma vez.

O modelo formativo MAGDAIRE (*Modeled Analysis, Guided Development, Articulated Implementation, and Reflected Evaluation*) é um modelo cíclico de quatro fases que foi desenvolvido para ajudar formadores de professores de Ciências (CHANG et al., 2012; CHIEN et al., 2012; CHIEN, CHANG, 2015). Os objetivos desse modelo de formação são promover as competências tecnológicas nos professores, de modo que eles possam personalizar os materiais para a Educação Científica e Tecnológica integrando as TDIC e possibilitando a construção de um contexto autêntico, no qual os professores podem reexaminar a conexão entre as possibilidades e limites das tecnologias e sua prática docente (CHIEN, CHANG, 2015).

Na primeira fase desse modelo formativo, os professores em formação formam grupos e a equipe de formação demonstra cenários para a integração da tecnologia, sendo que os cursistas assumem o papel de alunos. A equipe de formação explica o pensamento envolvido no planejamento dos cenários, levando os professores em formação a uma discussão sobre alternativas para melhorar a experiência de aprendizagem dos seus alunos (CHIEN, CHANG, 2015). Após a discussão, cada grupo seleciona um tema para ensinar utilizando as TDIC. Na segunda fase da formação, com base no tema selecionado, os professores em formação utilizam as competências em TDIC para transformar e planejar materiais e atividades integrados às TDIC (CHANG et al., 2012; CHIEN et al., 2012). Na terceira fase, os professores em formação aplicam o plano de aula, explicando as intenções e razões para cada procedimento de ensino, o que faz com que o cursista reflita sobre as interações entre conteúdo, pedagogia e tecnologia. Na quarta fase, os cursistas avaliam sua prática, comparando seu desempenho com o dos demais cursistas e a equipe de formação destaca os modos de raciocínio da interação CK, PK e TK que se materializam nas práticas (CHANG et al., 2012; CHIEN et al., 2012; CHIEN, CHANG, 2015). Essa fase aciona o próximo ciclo de MAGDAIRE, o qual se inicia na segunda fase da proposta (planejamento), repetindo-se dessa forma a ciclo (CHIEN, CHANG, 2015).

O modelo de formação *TPACK-in-Practice* proposto por Figg e Jaipal (2012) identifica quatro elementos-chave que devem orientar a implementação de programas de formação de professores, sendo eles "(a) *modeling a tech-enhanced activity type (learning WITH the tool)*, (b) *integrating 'pedagogical dialog' in a modeled lesson*, (c) *developing TK (in context) through tool demonstrations*, and (d) *applying TPACK-in-*

Practice to design an authentic learning task" (FIGG, JAIPAL, 2012, p. 4712).

Na primeira etapa da formação, há um conjunto de atividades que utilizam ferramentas tecnológicas, sendo que os cursistas assumem o papel de alunos para visualizar o uso dessas ferramentas no contexto do conteúdo específico. Essas atividades se tornam a tarefa inicial da formação, e essa experiência proporciona aos cursistas uma compreensão da integração dessa tecnologia no contexto. Depois disso, é realizada uma discussão em pequenos grupos sobre a atividade desenvolvida e a integração entre pedagogia, conteúdo e tecnologia na atividade. Para Figg e Jaipal (2012),

This conversation enlightens novice teachers about the connections between the modeled activity and the decisions teachers make in designing and implementing technology-enhanced activities (TPK-in-Practice). Without this conversation, teachers are merely participating in the technology-enhanced activity and not making connections between the TK and TPACK-in-Practice (p. 4685)

Nessas discussões são lançados questionamentos sobre a atividade, os quais são classificados pelos autores como TPACK, TCK e TPK. Na terceira etapa da formação, o foco é o desenvolvimento das habilidades técnicas necessárias para utilizar determinada ferramenta tecnológica, ou seja o foco da proposta de formação *TPACK-in-Practice* é no TK. Nesse sentido, a formação pode fornecer tutoriais sobre como utilizar determinadas ferramentas tecnológicas. Além disso, na perspectiva do *TPACK-in-Practice*, o professor formador deve fornecer exemplos de como as atividades trabalhadas na formação podem ser utilizadas em diferentes contextos de ensino e áreas de conteúdo. Na etapa de aplicação, os professores e formação planejam atividades com base nas atividades apresentadas na formação e os professores em formação que se sentirem confortáveis, podem aplicar o plano de aula com seus colegas de formação. Por fim, há uma discussão em pequenos grupos que proporciona aos alunos um *feedback* sobre a atividade que ele planejou.

O modelo de formação *TPACK-in-Action* é uma adaptação do modelo *TPACK-in-Practice* de Figg e Jaipal (2012), tendo sido desenvolvido para a formação de professores de inglês (TAI, 2013), podendo ser utilizada para nas outras áreas de conteúdo. A formação *TPACK-in-Action* fornece ao cursista a oportunidade de trabalhar com a tecnologia no contexto, envolvendo os cursistas em atividades que ora ele

assume o papel de professor ora assume o papel de aluno. Na perspectiva do modelo *TPACK-in-Action*, a formação de professores para a integração das TDIC deve seguir cinco etapas: Modelagem, Análise, Demonstração, Aplicação e Reflexão (TAI, 2013; TAI, CHUANG, 2012).

Na modelagem, os cursistas assumem o papel de aluno, testemunhando e participando de uma experiência de atividade com o uso das TDIC (TAI, 2013). Os objetivos dessas atividades são a do professor ver a integração da tecnologia na perspectiva do aluno, entendendo os benefícios e desafios da atividade para o aluno, bem como na perspectiva de um professor ver a atividade ser implementada em sala de aula, percebendo a integração entre conteúdo, pedagogia e tecnologia dentro de um contexto, bem como a relevância direta disso para o ensino (TAI, CHUANG, 2012).

Na etapa de análise, os cursistas analisam a atividade executada na etapa anterior, trazendo reflexões no sentido de que eles compreendam a importância das conexões entre a atividade e as decisões que o professor toma sobre como e porque a tecnologia deve ser integrada, bem como que estratégias pedagógicas devem ser utilizadas (TAI, 2013; TAI, CHUANG, 2012.).

Taking teachers through the analysis within the TPACK framework is a critical step to help teachers see clearly the connections, interactions, affordances, and constraints among content, pedagogy, and technology knowledge and how the analysis contributes to the successful implementation of a CALL [Computer Assisted Language Learning] activity. (TAI, 2013, p. 45)

Na etapa de demonstração, os cursistas desenvolvem conhecimentos e habilidades sobre a tecnologia utilizada na atividade, de modo que ele aprenda sobre características e limites e possibilidades das TDIC (TAI, 2013; TAI, CHUANG, 2012). Além disso, os professores em formação criam atividades, individualmente ou colaborativamente, utilizando a tecnologia apresentada na formação, tendo o conteúdo e o contexto como base para a criação da atividade (TAI, 2013).

Na etapa seguinte, aplicação, os cursistas elaboram planos de aula, em grupos, refletindo sob a ótica da perspectiva integrativa do *framework* TPACK, ou seja, levando em conta os três domínios de conhecimento e suas conexões (TAI, 2013; TAI, CHUANG, 2012). Após a elaboração dos planos de aula, esses são compartilhados com os colegas, obtendo-se comentários e *feedback*. Por fim, um ou dois grupos de

cursistas são convidados a colocar o seu plano de aula em prática, com os colegas da formação, o que oportuniza outro momento de modelagem aos professores em formação, colocando-os no lugar dos alunos. A etapa de reflexão consiste na reflexão sobre a formação vivenciada pelos cursistas, sendo que a reflexão ocorre de duas formas, uma reflexão individual, através de um questionário, e uma reflexão em grupo, em que os cursistas refletem sobre o percurso formativo em um fórum on-line (TAI, 2013).

O modelo de formação *TPACK-in-Practice* centra-se no TK, compreendendo que o conhecimento tecnológico influencia diretamente PK e CK, influenciando na forma como ocorre a integração das TDIC e desenvolvendo o TPACK nos professores. O modelo TPACK-in-Action centra-se principalmente na integração de TK, PK e CK, de modo que o CK ganha mais destaque nesse modelo de formação do que no que serviu de inspiração para ele.

Embora não sejam consideradas modelos de formação propriamente ditos, algumas propostas de formação apresentadas na literatura merecem ser citadas por se aproximarem dos modelos de formação citados anteriormente. É o caso da formação proposta por Mouza e Wong (2009) que se diferencia das anteriores por partir de um problema pedagógico que o professor identifica em suas aulas. Assim, na primeira etapa da formação, os professores identificam esse problema, o compartilham com seus colegas de formação e de forma colaborativa, os professores em formação discutem sobre a forma como as TDIC podem auxiliar o professor a resolver o problema identificado. Na próxima etapa, o cursista elabora um plano de integração das TDIC para enfrentar o problema identificado, o qual deve ser consistente com o contexto e a disciplina do professor. Diferentemente do que ocorre nos modelos de formação anteriormente apresentados, na etapa 3, o professor em formação aplica o plano de aula no contexto escolar, registrando a experiência. Compreendendo a importância do contexto a nível micro dentro do *framework* TPACK (PORRAS-HERNÁNDEZ, SALINAS-AMESCUA, 2013), compreendemos esse fator como um diferencial dessa formação.

Na última etapa, o cursista escreve narrativas sobre a integração das TDIC no planejamento e execução de sua aula, relatando diferentes aspectos contextuais em que a mesma ocorreu e refletindo sobre sua prática, explicitando o que deu certo e o que precisa ser repensado. Pelo relato da prática é possível entender como o professor implementa os planos de integração da TDIC em sua sala de aula, identificar os componentes específicos do *framework* TPACK representados na prática do professor, detectar instâncias de reflexão sobre o uso das TDIC e

identificar crenças e pensamentos ao longo do processo de desenvolvimento da formação (MOUZA, WONG, 2009).

A proposta de Kafyulilo (2010) para a formação inicial de Ciências e Matemática na perspectiva do *framework* TPACK como quadro teórico é composta por cinco etapas. Inicialmente os cursistas, em grupos de 7 pessoas, elaboram uma atividade integrando as TDIC, a qual era apresentada aos colegas para posterior discussão. No entanto, como os cursistas não faziam ideia do que era o modelo TPACK, a discussão não foi bem-sucedida e uma formação sobre o TPACK foi introduzida no curso. Diferentemente do modelo *TPACK-COPR* (JANG, CHEN, 2010) que trabalha o TPACK com base em artigos e livros, a formação proposta por Kafyulilo (2010) optou por discutir os diferentes tipos de TDIC, as representações de conceitos utilizando técnicas pedagógicas que utilizam as TDIC, o conhecimento sobre os estudantes, os conceitos fáceis e difíceis na ciência e como a tecnologia pode ajudar os alunos a compreender determinados conceitos, oportunidades e limites do uso do TPACK no ensino de Ciências.

Após o estudo sobre o *framework* TPACK, os professores em formação planejaram uma atividade na perspectiva do TPACK e apresentaram a atividade para os colegas de curso e cinco professores da universidade, os quais davam feedback para a atividade apresentada. Após essa etapa, os professores em formação assistiram à gravação de suas aulas, analisando os pontos fortes e fracos do uso da tecnologia. Por fim, foram aplicados dois questionários aos cursistas que buscavam compreender a experiência dos mesmos em trabalhar com TPACK, expressando o que aprenderam e possibilidades e limitações que possam experimentar ao utilizar o TPACK na integração das TDIC no ensino de ciências e matemática.

Na perspectiva dessa formação

microteaching acted as a starter to inspire preservice teachers with the thinking of what they learned at the college about technology integration; where as the training acted as a top up to the technological knowledge they already have and peer appraisal acted as a catalyst for redesigning of a lesson that will be free from critics (KAFYULILO, 2010, p. 40).

No entanto, embora seja interessante a analogia apresentada por Kafyulilo (2010), discordamos que apenas um ciclo de replanejamento

possa tornar a atividade livre de críticas, ou seja, sem aspectos que possam ser repensados e melhorados.

4.3 SITUAÇÕES DE ENSINO E APRENDIZAGEM NOS PROGRAMAS DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES

Os programas de formação de professores devem possibilitar uma vivência de práticas inovadoras, de modo a envolver o professor em formação e promover o desenvolvimento do(s) conhecimento(s) que fazem parte do *framework* TPACK (CAVIN, 2007). Assim, planejar programas de formação que se utilizam do *framework* é um esforço multifacetado (GAO et al., 2009; DEMIR, 2011), que envolve quatro componentes principais, objetivos, conteúdo, situações de ensino e aprendizagem e avaliação, os quais não devem ser compreendidos separadamente, visto que há uma relação dinâmica e interativa entre eles, o quadro teórico da formação e as tecnologias disponíveis na formação (DEMIR, 2011). Em relação às situações de ensino e aprendizagem, Gao et al (2009) afirma que

Teacher education programs need to adopt various strategies to nurture a sophisticated, constructivist view of technology integration. For example, teacher education programs need to challenge pre-service teachers by involving them in critical reflection upon their own practice, providing on going guidance, modelling and collaboration (p. 726).

Essas situações de ensino e aprendizagem devem possibilitar ao professor em formação oportunidades de desenvolver habilidades de tomada de decisão sobre a incorporação das TDIC no ensino. Nesse sentido, literatura sobre a formação de professores para a integração das TDIC que utilizam o *framework* TPACK reconhece algumas estratégias que podem promover o desenvolvimento do conhecimento tecnológico pedagógico de conteúdo.

4.3.1 *Learning technology by design*

Dentro de uma formação na perspectiva do *framework* TPACK, devem ser dados desafios do mundo real e tarefas autênticas aos professores, de modo que eles possam desenvolver uma compreensão

verdadeira das questões envolvidas, tanto no planejamento quanto na condução de atividades que integram as TDIC (MISHRA, KOHLER, 2006; DEMIR, 2011). Koehler e Mishra (2005) utilizam o termo *learning technology by design*, no sentido de que os professores em formação devem participar da concepção e construção de atividades de integração da tecnologia, o que deve ocorrer dentro de um conteúdo e não numa perspectiva generalista, sendo este conceito também adotado por outros pesquisadores (ARNOLD, PADILLA, TUNHIKORN, 2009; LU, 2014; AKKOÇ, 2015).

Há na literatura sobre formação de professores que se utilizam do *framework* TPACK uma compreensão de que

the Learning by Design approach requires teachers to navigate the necessarily complex interplay between tools, artifacts, individuals and contexts. This allows teachers to explore the ill-structured domain of educational technology and develop flexible ways of thinking about technology, design and learning and, thus, develop Technological Pedagogical Content Knowledge. (KOEHLER, MISHRA, 2005, p. 25).

Através dessa compreensão de que o *Learning technology by design* é uma forma eficaz de apoiar o desenvolvimento do TPACK dos professores em formação, o planejamento de aulas integrando as TDIC é prática comum nos programas de formação inicial e continuada de professores para a integração das TDIC que utilizam do *framework* TPACK na concepção do programa (KOEHLER, MISHRA, 2005; SO, KIM, 2009; KAFYULILO, 2010; KRAMARSKI, MICHALSKY, 2010; KOH, DIVAHAN, 2011; AGYEI, VOOGT, 2012; AGYEI, VOOGT, 2015).

Há, nesse sentido, uma compreensão de que um dos pressupostos do *framework* TPACK para a formação de professores é de que os professores aprendem a integração das tecnologias na articulação entre teoria e prática, especialmente através de oportunidades de desenvolver o planejamento e a execução de atividades de aprendizagem com a integração das TDIC (MISHRA, KOHLER, 2006; KOEHLER et al., 2011; DEMIR, 2011). Assim, devem ser dadas oportunidades ao professor que está fazendo a formação de planejar a integração das TDIC ao currículo, refletindo sobre esse processo.

Dessa forma, o planejamento da integração da TIC ao currículo é prática estabelecida nos programas de formação de professores

(ANGELI, VALANIDES, 2009; NIESS et al., 2009; HARRIS, GRANDGENETT, HOFER, 2010; KAFYULILO, 2010; CARBOVÁ, BETÁKOVA, 2013; FIGG, JAIPAL, 2013; LU, 2014; AGYEI, VOOGT, 2015), oferecendo importantes oportunidades de aprendizagem em que o professor em formação deve considerar a integração da pedagogia, conteúdo e tecnologia, justificando suas decisões e considerando como e por que esses conhecimentos devem ser utilizados. Assim, quando um professor em formação elabora o planejamento da atividade, ele tem que refletir sobre o assunto a ser ensinado, sobre as dificuldades dos alunos sobre aquele tema, sobre as TDIC a serem utilizadas, sobre como as tecnologias impactam o desenvolvimento desse conteúdo etc.

Ao elaborar o planejamento de uma aula, o professor em formação precisa utilizar vários conhecimentos presentes dentro do *framework* TPACK, o que pode causar uma sobrecarga cognitiva no professor (KRAMARSKI, MICHALSKY, 2010). Nesse sentido, Kafyulilo (2010) e Koh e Chai (2014) falam da importância que essas atividades de planejamento sejam realizadas em grupo, pois evitaria essa sobrecarga e permitiria que os professores compartilhassem conhecimentos, ideias e experiências.

4.3.2 Colaboração entre os pares

A colaboração entre os pares durante a formação cria oportunidades para que os professores em formação se beneficiassem do conhecimento e da ampla gama de experiências dos colegas. Como resultado desse processo colaborativo, os professores e futuros professores aumentam seus conhecimentos e habilidades (SO, KIM, 2009; ANSYARI, 2015). Assim, as discussões entre os colegas de formação são apontadas na literatura (ALLAN et al., 2010; KAFYULILO, 2010; JIMOYIANNIS, TSIOTAKIS, ROUSSINOS, 2011) como um aspecto importante na formação, uma vez que possibilita o compartilhamento de diferentes pontos de vista sobre as TDIC e sua integração no processo de ensino e aprendizagem.

Há na literatura uma compreensão de que colaborativamente os sujeitos que participam dos programas de formação são capazes de fazer conexões mais íntimas entre conteúdo, pedagogia e tecnologia (SO, KIM, 2009; ANSYARI, 2015). Essa compreensão faz com que a colaboração entre os pares seja uma prática comum nas formações de professores apresentadas na literatura (SO, KIM, 2009; ALLAN et al., 2010;

KAFYULILO, 2010; JIMOYIANNIS, TSIOTAKIS, ROUSSINOS, 2011; ANSYARI, 2015).

4.3.3 Reflexão na ação e sobre a ação

A reflexão pelos pares sobre a atividade/plano de aula proposto pelos colegas durante a formação possibilita uma reflexão crítica sobre o que eles apresentaram e o que eles pensam que seria a melhor abordagem de integração de tecnologia (KAFYULILO, 2010; PORRAS-HERNÁNDEZ, SALINAS-AMESCUA, 2013). Tondeur et al. (2012) e Funkhouser e Mouza (2013) constataram que a reflexão sobre o papel das TDIC permite aos cursistas perceber o valor das práticas de ensino observadas, planejadas e executadas, bem como as formas em que as entende. Além disso, ao refletir sobre sua aprendizagem ao longo do curso de formação, o cursista pode observar como suas concepções foram influenciadas pela formação (MOUZA, WONG, 2009; FUNKHOUSER, MOUZA, 2013). Nesse sentido, há uma compreensão de que a reflexão durante a formação é fator crucial no desenvolvimento profissional dos professores (ALLAN et al., 2010; GUZEY, ROEHRIG, 2009; HARRIS, HOFER, 2011, JIMOYIANNIS, 2010a, TEE, LEE, 2011; CHUI, AU-YEUNG, NAI-CHENG, 2015).

4.3.4 Narrativas pessoais

As narrativas pessoais apresentam um forte potencial na formação de professores, sendo que o *framework* TPACK pode ser um dos possíveis quadros teóricos para orientar os professores a fazer a sistematização de suas experiências durante a formação. Quando os professores relatam suas práticas e experiências educacionais, suas narrativas expressam uma parte importante do conhecimento pedagógico, tecnológico e de conteúdo do educador (SUÀREZ, 2007; TAI, CHUANG, 2012; TAI, 2013). Suárez (2007) e Porras-Hernández e Salinas-Amescua (2013) sugerem que essas experiências sejam compartilhadas com os colegas, permitindo uma reflexão conjunta e possibilitando uma modificação das crenças dos professores, de acordo com o modelo de formação de professores.

When experience is systematized by means of testimonials, teachers are requested to write in the first person and not limit themselves to describing a pedagogical procedure for a classroom activity or a technological application, but rather to talk

about themselves, their feelings, fears, or satisfactions. In this way, teachers express their self-knowledge and inner dimension as educators, revealing their beliefs, attitudes, and self-perceptions. (PORRAS-HERNÁNDEZ, SALINAS-AMESCUA, 2013, p. 239).

Quando os professores escrevem sua narrativa, selecionam alguns aspectos, enfatizam outros, descartam alguns, (re)interpretando pedagogicamente suas experiências (SUÁREZ, DÁVILA, FUENTE, 2007). Essas decisões podem ser tomadas apenas pelo narrador do fato ou serem direcionadas por algum quadro teórico, o qual define o que se deseja dar voz na narrativa. Assim, na perspectiva integrativa do *framework* TPACK, os professores devem concentrar suas narrativas sobre os diferentes tipos de conhecimento descrevendo os elementos contextuais que influenciam a integração das TDIC, e não se limitando a escrever sobre o uso das TDIC (PORRAS-HERNÁNDEZ, SALINAS-AMESCUA, 2013). Nesse sentido, a presença dessas narrativas na formação de professores incentivam a reflexão sobre a prática, mas não se limitam a ela, proporcionando conversação, trocas e discussão entre os professores em formação, devendo ser fomentadas durante a formação de professores.

Além disso, é importante que ocorra o acompanhamento e o *feedback* das narrativas dos professores em formação, na perspectiva do *framework* TPACK, com questionamentos, provocações e recomendações que ajudem a expandir as ideias e experiências dos professores, bem como melhorar a integração entre conteúdo, pedagógica, tecnológica e de conhecimento contextual (PORRAS-HERNÁNDEZ, SALINAS-AMESCUA, 2013).

4.3.5 Estudo sobre o *framework* TPACK

Em algumas das formações de professores para a integração das TDIC que se utilizam do *framework* TPACK (AKKAYA, 2016; BILICI, 2016; BRILL et al., 2016; SLYKHUIS, LEE, 2016), o próprio *framework* faz parte do conteúdo da formação.

Brill (2016) e Slykhuis e Lee (2016) afirmam que os participantes da formação ao entenderem a estrutura do TPACK compreendiam que a integração das TDIC ocorre através da integração dos conhecimentos pedagógicos, tecnológicos e de conteúdo, demonstrando assim uma compreensão da aplicação do *framework* para a

integração efetiva da tecnologia na sala de aula. No entanto, Kafyulilo (2010) ressalta que essa fundamentação teórica por si só não melhora o conhecimento sobre a integração da tecnologia no ensino, embora o estudo do *framework* TPACK tenha sido importante para otimizar as discussões ocorridas dentro da formação. Isso porque há uma distinção importante entre ter uma compreensão abstrata da integração desses conhecimentos e ser capaz de aplicar essa integração na prática.

4.3.6 Exemplos de boas práticas

Ertmer e Ottenbreit-Leftwich (2010) e Tondeur et al. (2012) enfatizaram a importância de que o professor em formação tenha oportunidades de ter contato com boas práticas de integração de TDIC. Para Ertmer e Ottenbreit-Leftwich (2010), embora o professor em formação tenha conhecimento sobre uma grande variedade de TDIC, ele tem pouco conhecimento sobre como usá-las para facilitar a aprendizagem dos alunos.

Algumas propostas de formação de professores para a integração das TDIC no currículo (ERTMER, OTTENBREIT-LEFTWICH, 2010; TONDEUR et al., 2012) reconhecem o valor dessa estratégia, argumentando que através dela os cursistas conseguem refletir sobre os limites e possibilidades da integração das TDIC no currículo, sendo capazes de planejar suas próprias práticas. Jang e Chen (2010), no entanto, relatam que durante a formação, era comum os professores em formação imitar os usos das tecnologias que haviam observado. Nisso reside a importância de uma compreensão de que os exemplos de integração não sejam vistos pelos professores em formação como único caminho a ser seguido.

5 REFLEXÕES SOBRE A REVISÃO

Desde quando proposto (KOEHLER, MISHRA, 2005), diversos estudos foram conduzidos buscando compreender melhor o *framework* TPACK. No entanto, essa ampla gama de pesquisas não conduziu a uma definição universalmente aceita sobre o *framework*. Uma das definições do *framework* encontrada na literatura o conceitua como uma extensão do PCK (GRAHAM et al., 2009). No entanto, embora a compreensão do PCK para entender o *framework* TPACK seja importante, consideramos que compreender o *framework* como a extensão do PCK simplifica o real significado do modelo TPACK, uma vez que o TPACK adiciona um nível significativo de complexidade ao PCK (GRAHAM, BORUP, SMITH, 2012). Essa concepção de extensão do PCK pode transmitir a falsa ideia de que o TPACK é simplesmente a adição do conhecimento tecnológico ao PCK, esquecendo das complexidades existentes dentro do *framework* TPACK.

Analisando as definições sobre o *framework* TPACK presentes nos trabalhos que fizeram parte dessa revisão, percebemos que as diferentes definições sobre o *framework* muitas vezes estão relacionadas com a abordagem do *framework* TPACK adotada pelos pesquisadores. Isso porque as abordagens integrativa e transformativa compreendem e definem o *framework* TPACK de forma diferente. Durante a realização dessa revisão, percebemos que a maioria dos trabalhos não indica se eles adotam a abordagem transformativa ou integrativa do *framework* TPACK, embora a forma de abordar o *framework* ao longo do trabalho evidencie a abordagem adotada. Isso porque as pesquisas que utilizam a abordagem transformativa do *framework* TPACK são projetadas para obter dados e conclusões sobre o TPACK, enquanto que as pesquisas que utilizam a abordagem integrativa têm sua metodologia estruturada para obter dados e conclusões sobre os diferentes conhecimentos que compõem o *framework* TPACK (ANGELI, VALANIDES, 2009; SYH-JONG, KUAN-CHUNG, 2010).

Concordamos com Graham (2011) ao afirmar que embora o uso do diagrama de Venn expresse a compreensão do *framework* TPACK na perspectiva da abordagem integrativa, a linguagem adotada no trabalho de Mishra e Koehler (2006) reflete a abordagem transformativa do TPACK, numa compreensão de que o TPACK é um corpo único de conhecimento e diferente da soma de seus componentes isolados. Tendo em vista que o trabalho de Mishra e Koehler (2006) é uma referência sobre o *framework* TPACK, essa ambiguidade existente no trabalho deles acaba também sendo encontrada em outros trabalhos sobre o *framework*.

Em outros trabalhos de Mishra e Koehler (KOEHLER, MISHRA, YAHYA, 2007; HARRIS, MISHRA, KOEHLER, 2009; KOEHLER, MISHRA, 2009; KOEHLER, MISHRA, CAIN, 2013) essa ambiguidade entre o que é dito e o que é representado pelo diagrama de Veen não ocorre, o que evidencia um amadurecimento na definição do *framework* na abordagem integrativa pelos autores.

Concordamos com Angeli e Valanides (2009) e Graham (2011) sobre a importância dos pesquisadores entenderem e se posicionarem sobre se o *framework* TPACK deve ser compreendido segundo a abordagem transformativa ou integrativa em seus trabalhos. No entanto, acreditamos que faltam pesquisas teóricas que possam embasar a escolha entre uma ou outra abordagem. Ao longo dessa revisão, a maioria das nossas considerações terão como base a abordagem integrativa, não porque tenhamos adotado essa abordagem, mas porque a maioria das pesquisas acaba compreendendo os conhecimentos que compõem o *framework* TPACK como conhecimentos que podem ser analisados e teorizados isoladamente.

Outra questão que merece destaque é os diferentes entendimentos sobre o *framework* TPACK e seus conhecimentos, o que levou alguns pesquisadores a proporem variedades de *framework* TPACK diferenciados, conforme as ferramentas digitais utilizadas, conteúdo curricular ou abordagem pedagógica utilizada (ANGELI, VALANIDES, 2009; LEE, TSAI, 2010). Apesar dos trabalhos de Angeli e Valanides (2009) e Lee e Tsai (2010), que propõem respectivamente o ICT-TPACK e o TPACK-W, trazerem interessantes contribuições sobre o *framework* TPACK, a ideia de distinguir o *framework* TPACK conforme a tecnologia a ser utilizada não nos parece apropriada, pois poderia acabar levando a uma grande variedade de constructos diferentes referentes ao mesmo *framework*

Essas variações no *framework* poderiam ser resolvidas com uma definição mais restritiva sobre a tecnologia dentro desse domínio de conhecimento. Dessa forma, outros autores (COX, GRAHAM, 2009; GRAHAM, 2011; GRAHAM, BORUP, SMITH, 2012; CARBOVÁ, BETÁKOVA, 2013; LIN et al., 2013; CIBOTTO, OLIVEIRA, 2013; ALMENARA et al., 2014; BANAS, YORK, 2014; DRIJVERS et al., 2014) definem o conhecimento tecnológico no contexto das tecnologias digitais. Esse posicionamento justifica a introdução do TK como um domínio distinto de conhecimento que foi adicionado ao PCK. Além disso, essa definição mais restritiva de tecnologia dentro do TK acaba contribuindo nas definições e delimitações de outros conhecimentos dentro do *framework* (GRAHAM, BORUP, SMITH, 2012).

No entanto, esse posicionamento adotado na literatura não significa que as tecnologias ditas antigas e que fazem parte das práticas educativas, devam ser renegadas dentro do *framework* TPACK ou não serem consideradas tecnologias. O que há é uma compreensão de que essas tecnologias se tornaram transparentes em sala de aula, uma vez que estão adaptadas e integradas aos processos de ensino e de aprendizagem e seu uso se torna quase invisível. Assim, a literatura indica que o conhecimento sobre as tecnologias transparentes pode estar dentro do CK, pois trata-se do conhecimento de representações de conteúdo (COX, GRAHAM, 2009; GRAHAM, BORUP, SMITH, 2012; BENTON-BORGHI, 2013), ou do PCK, pois também pode representar o conhecimento das ferramentas e materiais educativos disponíveis sobre um determinado conteúdo.

Ao finalizarmos a leitura dos trabalhos que compuseram essa revisão, compreendemos que ainda não há na literatura uma compreensão precisa e clara sobre os diferentes conhecimentos que formam o TPACK na abordagem integrativa e que as definições presentes na literatura poderiam ser enriquecidas com outros referenciais, de modo a superar, por exemplo, a compreensão de tecnologia apenas como ferramenta pedagógica. Dentre os conhecimentos bases do TPACK, o PK foi o conhecimento que apresentou uma definição mais uniforme na literatura, o que pode ser em parte explicado pelo fato de que alguns autores se baseiam no trabalho de Shulman (1986, 1987) para definir esse conhecimento. Há uma compreensão de que o conhecimento pedagógico não deve ser compreendido como algo estático ou que se desenvolve apenas na formação acadêmica do professor. No processo de desenvolvimento do conhecimento pedagógico pelo professor, além de sua formação acadêmica, suas crenças pessoais, suas experiências e reflexões no processo de ensino e aprendizagem desempenham um papel importante.

Durante a formação inicial, e mesmo na formação continuada de professores de Ciências, o conhecimento pedagógico é um conhecimento importante de ser trabalhado, sendo que durante a formação esse conhecimento deve ser trabalhado preferencialmente dialogando com os conhecimentos de conteúdo próprios da Educação Científica e Tecnológica. O PK está relacionado com os fundamentos teóricos e metodológicos da atuação docente, possibilitando ao professor condições de interagir nas situações de ensino e aprendizagem independentemente da área em que atuem. No entanto, não são apenas os fundamentos teóricos e metodológicos da atuação docente que compreendem o PK, uma vez que diferentemente de Shulman (1987), compreendemos que os

conhecimentos dos alunos e de suas características fazem parte do conhecimento pedagógico. Assim, compreendemos que PK é composto pelos

conhecimentos de teorias e princípios relacionados a processos de ensinar e aprender; conhecimentos dos alunos (características dos alunos, processos cognitivos e desenvolvimentais de como os alunos aprendem) [...] conhecimentos de outras disciplinas que podem colaborar com a compreensão dos conceitos de sua área, do currículo; e conhecimento de fins, metas e propósitos educacionais e de seus fundamentos filosóficos e históricos (MIZUKAMI, 2004, p. 5).

Na literatura analisada, o conhecimento das características dos alunos é geralmente compreendido como fazendo parte do conhecimento pedagógico e dos conhecimentos que integram o conhecimento pedagógico (PCK, TPK e TPACK). No entanto, alguns autores (PORRAS-HERNANDEZ, SALINAS-AMESCUA, 2013; ROSENBERG, KOEHLER, 2015) situam o conhecimento dos alunos dentro do contexto, sendo esta uma das ambiguidades do *framework* TPACK.

Analisando as definições de conhecimento de conteúdo presentes na literatura sobre o TPACK, percebemos que o termo conteúdo está geralmente relacionado a fatos e conceitos, embora o conceito de conteúdo não se restrinja a essa definição (LEME, 2006). Apesar do termo conteúdo ser utilizado dentro do *framework* TPACK para os conhecimentos que são próprios da área de formação específica, entendemos que o conhecimento pedagógico e o conhecimento tecnológico também seriam conteúdos. Por conta dessa possível interpretação, em alguns trabalhos em língua espanhola sobre o TPACK (GARCIA, DOMÍNGUEZ, STIPCICH, 2014; VILA, LUEG, 2014; LEÓN, GAMEZ, OSUMA, 2016), o termo “*Conocimiento del contenido*” foi substituído por “*Conocimiento Disciplinar*”.

Embora afete sobremaneira os conhecimentos integrados TCK, PCK e TPACK e a própria compreensão do *framework* TPACK nas diferentes disciplinas, como Ciências e Matemática, o conhecimento de conteúdo é o que têm recebido menos atenção no *framework* TPACK (LEÓN, GAMEZ, OSUMA, 2016). Devido a essa pouca discussão na literatura do *framework* TPACK sobre o CK, consideramos pertinente apresentar uma concepção mais ampla de conteúdo do que a trazida no *framework*, uma vez que compreendemos que

Conteúdos de ensino são o conjunto de conhecimentos, habilidades, hábitos, modos valorativos e atitudinais de atuação social, organizados pedagogicamente e didaticamente, tendo em vista a assimilação ativa e aplicação pelos alunos na sua prática de vida. Englobam, portanto: conceitos, ideias, fatos, processos, princípios, leis científicas, regras; habilidades cognitivas, modos de atividade, métodos de compreensão e aplicação, hábitos de estudo, de trabalho e de convivência social; valores, convicções, atitudes (LIBÂNEO, 1994, p.10).

Compreendemos que o significado de conteúdo não deve ser compreendido como estático ou finalizado, pois o conteúdo é uma construção social. Nessa compreensão está imersa a noção de que os conteúdos constituem o capital acumulado de conhecimento humano e que os mesmos estão “visceralmente associados a intrincados processos de produção, reprodução, transformação e resistência” (OLIVEIRA, CAMPOS, 2008, p. 192). Grossman (1994) salienta que o CK afeta tanto o que o professor ensina como a forma como o fazem, uma vez que nas decisões curriculares, o CK, interesses e valores podem fazer com que o professor dê mais atenção aos conteúdos que mais domina ou que considera mais importante dando menos ênfase ou até evitando aqueles conteúdos que conhece menos. Assim, o CK do professor, conjuntamente com seus outros conhecimentos, acaba por influenciar a seleção de conteúdos e práticas.

Nesse sentido, tendo como base a definição de conteúdo de Libâneo (1994) compreendemos que o CK abrange os conhecimentos sobre o conteúdo a ser ensinado, as relações existentes entre os diferentes conteúdos e as complexas relações entre o contexto histórico e sociocultural e os conteúdos. Essa compreensão de conhecimento de conteúdos traz impactos para a formação de professores, pois destaca as relações entre conteúdo e contexto.

O conhecimento científico mais do que “conceitos, ideias, fatos, processos, princípios, leis científicas, regras; habilidades cognitivas, modos de atividade, métodos de compreensão e aplicação, hábitos de estudo, de trabalho e de convivência social; valores, convicções e atitudes” (LIBÂNEO, 1994, p.10), deve envolver conhecimentos sobre como a construção do conhecimento científico é guiada por paradigmas que influenciam na observação e na interpretação de certo fenômeno (TOULMIN, 1977), o conhecimento de que o conhecimento científico é

aberto, sujeito a, mudanças e reformulações, pois a Ciência é um produto histórico (KUHN, 2000), conhecimento de que um dos objetivos da Ciência é criar interações e relações entre teorias e conhecimentos (CHALMERS, 1993) e o conhecimento sobre que o desenvolvimento da Ciência está diretamente relacionado a aspectos históricos, sociais, políticos, culturais e subjetivos.

Ao fazermos a leitura dos trabalhos que compuseram essa revisão, percebemos que a definição de tecnologia é uma das fragilidades do *framework* TPACK. Os diversos trabalhos teóricos sobre o *framework* compreendem a tecnologia apenas como ferramenta pedagógica, o que acaba por limitar a compreensão de conhecimento tecnológico ao domínio da ferramenta. Mazon (2012) compreende a tecnologia dentro de um contexto social, em que tecnologia e sociedade estabelecem uma relação dialética. Nesse sentido, não se pode pensar a tecnologia sem considerar as transformações sociais que estão provocando e favorecendo seu desenvolvimento, bem como não se pode analisar a sociedade sem levar em conta as transformações tecnológicas que estão ocorrendo dentro dela.

Compreendemos que a tecnologia deve ser entendida através de um exercício crítico e de uma contextualização histórica, sendo que a tentativa de isolar a tecnologia do homem retira a razão existencial da tecnologia (PINTO, 2005). Além disso, identificamos na literatura sobre o TPACK uma visão ingênua da tecnologia como ideologia da técnica, na qual termo tecnologia refere-se a um determinado conjunto de técnicas ou artefatos, posicionando outras práticas, produção e trabalho humano, como não técnicos. Nesse sentido, a tecnologia é compreendida no *framework* TPACK como equipamentos eletrônicos. Compartilhamos da preocupação de Pinto (2005) com a constituição ideológica que se utiliza dessa compreensão restrita de tecnologia para dominação e criação de dependência, por meio da desvalorização das demais técnicas e também com a compreensão de que vivemos a era tecnológica.

Compreendendo que toda tecnologia tem conteúdo ideológico, Pinto (2005) não busca por uma neutralidade, mas desmascarar as ideologias dominantes que impedem o desenvolvimento das nações periféricas, além de dificultar uma apropriação crítica da tecnologia na escola. Na perspectiva da educação, as ideologizações da técnica podem resultar “em adaptações passivas e acríicas de projetos tecnológicos, os quais, muitas vezes, em vez de meios, tornam-se fins dentro do referido campo” (SILVA, 2013, p. 853). A crença de que a tecnologia pode resolver todos os problemas, inclusive os da educação é resultado de uma possível antropomorfização da técnica, no qual a tecnologia é produtora

do humano e não produto do ser humano (PINTO, 2005). No entanto, devemos compreender a tecnologia como uma das expressões da atividade humana, inserindo-a, portanto, no âmbito da cultura.

O problema das ideologizações da tecnologia (absolutização da póiesis/tecnocentrismo) é que a consideram como algo meramente contemplativo, produzido pelo imaginário de um pensamento “desligado” da realidade, sem enraizamento com a prática de quem o concebe. Assim, talvez seja cada vez mais fundamental saber até que ponto as técnicas, quando se inserem na educação, dialogam com os princípios pedagógicos ou são simplesmente inseridas de forma acrítica e sem critérios. (SILVA, 2013, p. 854).

Assim, definimos a tecnologia como qualquer ferramenta ou técnica, incluindo produtos, métodos, habilidades, processos e sua cultura (McCRORY, 2008), bem como a reflexão sobre a técnica e sobre os modos de produção (PINTO, 2005). Acompanhando as recomendações de Cox e Graham (2009) e o conceito de Koehler e Mishra (2009) e Koehler, Mishra e Cain (2013), consideramos que o TK dentro do *framework* TPACK deve compreender conhecimentos e habilidades sobre determinadas formas de pensar e trabalhar com tecnologias, ferramentas e recursos digitais, compreendendo também a capacidade de se adaptar às mudanças tecnológicas. Além disso, defendemos que o conhecimento tecnológico compreende também o conhecimento sobre a tecnologia e sobre as relações da tecnologia com a sociedade (NORSTRÖM, 2014), aspecto geralmente ignorado nas definições de conhecimento tecnológico pelos pesquisadores em TPACK. Compreendemos que essa definição mais ampla de conhecimento tecnológico é fundamental para a formação crítica e criativa dos professores para a integração das TDIC.

Embora muitos trabalhos se utilizem dos trabalhos de Shulman para definir PCK, identificamos um aprofundamento superficial em relação a este conhecimento na literatura que fez parte dessa revisão. Dessa forma, sentimos necessidade de trazer as contribuições de Shulman (1986, 1987), Grossman (1990) e Tamir (1988) para o PCK, numa compreensão de que elas podem e devem ser utilizadas para uma melhor compreensão desse conhecimento.

Shulman (1987) definiu o PCK como uma representação da intersecção do conhecimento de conteúdo e conhecimento pedagógico, sendo que o

PCK identifies the distinctive bodies of knowledge for teaching. It represents the blending of content and pedagogy into an understanding of how particular topics, problems or issues are organized, represented, and adapted to the diverse interests and abilities of learners, and presented for instruction. (SHULMAN, 1986, p. 8).

Assim, o PCK é usado para se referir a competência dos professores conhecerem os conteúdos que são ensinados e, saber combinar isso com o conhecimento sobre os processos de aprendizagem e os métodos adequados para ensiná-los, tendo em vista a compreensão sobre os aspectos que tornam a aprendizagem de determinado conteúdo mais fácil ou difícil. O PCK é um conhecimento que se constrói interna e externamente, na medida que é constituído por um professor que sabe, um professor que faz e pelas razões que levam o professor a fazer determinadas escolhas ao invés de outras (LEDERMAN, GESS-NEWSOME, 1994; BAXTER, LEDERMAN, 1999; GESS-NEWSOME, 1999; AN, KULM, WU, 2004; SEGALL, 2004; HILL, BALL, SCHILLNG, 2008; MARCON, GRAÇA, NASCIMENTO, 2011; MAZON, 2012; CIBOTTO, OLIVEIRA, 2013).

Após os trabalhos de Shulman (1986, 1987), Grossman (1990) e Tamir (1988) em seus trabalhos procuraram definir os componentes centrais do PCK. Para Grossman (1990), o PCK é formado por quatro componentes centrais, (1) o conhecimento e crenças sobre os propósitos para o ensino de um determinado assunto em diferentes níveis de de ensino, (2) o conhecimento da compreensão dos alunos, (3) o conhecimento curricular e (4) conhecimento de estratégias e representações de ensino para ensinar conteúdos específicos. Além desses componentes, Tamir (1988) propõe um quinto componente ao PCK, o conhecimento e crenças sobre a avaliação, o qual envolve a compreensão do que para avaliar e o entendimento de como avaliar.

Na Educação Científica e Tecnológica, embora diversas pesquisas tenham se dedicado a discutir o PCK no ensino de Ciências, percebemos que a literatura sobre o TPACK não evidencia essas contribuições, o que acaba restringindo a compreensão sobre o PCK no ensino de Ciências.

Quadro 1: Conhecimentos que integram o PCK no ensino de Ciências

Conhecimentos	Literatura
Conhecimento da ciência	Lee et al. (2007) e Jimoyiannis (2010a, 2010b).
Conhecimentos sobre as transformações do conhecimento científico	Jimoyiannis (2010a, 2010b).
Conhecimento pedagógico geral	Jimoyiannis (2010b).
Conhecimento sobre o currículo de ciências	Magnusson, Krajcik e Borko (1999), Lee et al. (2007), Park e Oliver (2008), Abell et al. (2009), Jimoyiannis (2010b) e Schneider (2015).
Conhecimento das orientações para o ensino de Ciências	Magnusson, Krajcik e Borko (1999), Park e Oliver (2008) e Schneider (2015).
Conhecimento sobre as dificuldades de aprendizagem dos alunos sobre conteúdos específicos de Ciências	Magnusson, Krajcik e Borko (1999), Lee et al. (2007), Park e Oliver (2008) e Jimoyiannis (2010a, 2010b).
Conhecimento sobre as concepções/compreensões dos estudantes sobre a Ciência	Magnusson, Krajcik e Borko (1999) e Schneider (2015).
Conhecimento sobre a avaliação na Ciência	Magnusson, Krajcik e Borko (1999), Park e Oliver (2008) e Abell et al. (2009).
Conhecimento sobre estratégias de ensino e aprendizagem no contexto do ensino de Ciência	Magnusson, Krajcik e Borko (1999), Lee et al. (2007), Park e Oliver (2008), Jimoyiannis (2010a, 2010b) e Schneider (2015).

Fonte: Elaborado pela autora.

O conhecimento das orientações para o ensino de Ciências compreende o conhecimento dos objetivos e finalidades para se ensinar um conteúdo científico para determinado nível escolar, o que orienta as decisões educacionais, especialmente no que diz respeito ao uso de determinados materiais didáticos, estratégias de ensino e avaliação do ensino e aprendizagem (MAGNUSSUN, KRAJCIK, BORKO, 1999; PARK, OLIVER, 2008). Magnusson, Krajcik e Borko (1999) destacam que a importância desse conhecimento reside na compreensão dos conhecimentos e das crenças sobre as propostas e objetivos para o ensino de ciências de um determinado conteúdo, podendo ser classificada em: processo, rigor acadêmico, didática, mudança conceitual, atividade dirigida, descoberta, ciência baseada em projetos, investigação e investigação orientada. Assim, esse conhecimento está relacionado às crenças e conhecimentos sobre as finalidades de aprendizagem de Ciências e crenças e conhecimentos sobre a natureza das Ciências²³ (MAGNUSSUN, KRAJCIK, BORKO, 1999; PARK, OLIVER, 2008; AYDIN et al., 2013; SCHNEIDER, 2015).

Compreendemos que o conhecimento sobre a natureza da ciência influencia diretamente os diversos conhecimentos que compõem o PCK para o ensino de ciência. Além disso, a natureza da ciência pode ser compreendida como conteúdo específico das disciplinas de Ciências, tendo seus próprios conceitos, termos técnicos e tópicos, sendo seu ensino e aprendizagem únicos e inerentes a esses atributos (FAIKHAMTA, 2013).

O conhecimento sobre o currículo de Ciências reflete a compreensão sobre a importância de temas relativos ao currículo como um todo, permitindo assim a identificação de conceitos fundamentais e a eliminação de aspectos julgados periféricos para o entendimento de determinados conceitos (PARK; OLIVER, 2008). Esse conhecimento é composto por duas categorias o conhecimento das metas e objetivos, e o conhecimento dos programas e materiais curriculares (MAGNUSSUN, KRAJCIK, BORKO, 1999; PARK, OLIVER, 2008; CHEN, WEI, 2015). O conhecimento de programas e materiais curriculares específicos incluem o conhecimento do currículo de um determinado componente curricular, bem como de iniciativas que ocorram paralelamente às

²³ A conceitualização da natureza da ciência foi sendo modificada ao longo dos anos (ABD-EL-KHALICK, LEDERMAN, 2000), sendo definida no desenvolvimento profissional como as orientações inerentes que os cientistas usam para desenvolver e verificar o conhecimento científico (LEDERMAN, 2007; LEDERMAN, LEDERMAN, ANTINK, 2013).

propostas oficiais do Ministério da Educação e que procuram possibilitar aos alunos e professores, no caso das ciências naturais, compreender o desenvolvimento da ciência e do pensamento científico. Os materiais curriculares, que incluem os livros, guia do professor, plano de aula, são recursos importantes no contexto da educação, visto que alguns professores se baseiam nele para definir os conteúdos que serão ministrados aos alunos (CHEN; WEI, 2015). Além disso, os *“curriculum materials that support PCK development will provide explicit text and diagrams to help teachers understand and recognize how the science ideas within a unit and across the year are connected so that they can help students explicitly link the ideas from individual lessons together”* (SICKEL et al., 2015, p. 203).

O conhecimento sobre a compreensão dos alunos sobre temas específicos de Ciências engloba duas categorias de conhecimento, os conteúdos que os estudantes apresentam maior dificuldade e os requisitos para a aprendizagem de conhecimentos específicos (MAGNUSSUN; KRAJCIK; BORKO, 1999). Nesse elemento estão inclusos os conhecimentos sobre as habilidades e competências necessárias para a compreensão de um determinado conteúdo, como a interpretação de gráficos, imagens e a leitura de um termômetro, por exemplo.

O conhecimento das áreas que os estudantes apresentam dificuldade não deve apenas pontuar os conteúdos que os alunos encontram dificuldades na aprendizagem, mas também o conhecimento sobre os diferentes tipos de dificuldade. As dificuldades podem ter como causa o fato de alguns conceitos serem abstratos ou sem relação com as experiências quotidianas, dificuldade em trabalhar com resolução de problemas, dificuldade com o vasto e complexo vocabulário das ciências naturais e o conhecimento prévio ser diferente do conhecimento científico (MAGNUSSUN, KRAJCIK, BORKO, 1999; GUIMARÃES et al., 2009; CID, NETO, 2005). Esse conhecimento sobre a dificuldade dos alunos deve subsidiar o conhecimento necessário para ajudar os alunos a superar essas dificuldades.

O conhecimento da avaliação de ciências, baseado nas contribuições de PCK de Tamir (1998), consiste em duas categorias de conhecimento, o das dimensões da aprendizagem das ciências para a avaliação e dos métodos pelos quais a aprendizagem pode ser avaliada (PARK, OLIVER, 2008; MAGNUSSUN, KRAJCIK, BORKO, 1999). O conhecimento das dimensões da aprendizagem das ciências para a avaliação está relacionado a aspectos da aprendizagem dos alunos que os professores devem avaliar dentro de uma unidade de ensino, dentre os quais a alfabetização científica. Assim, além da compreensão dos

conceitos, outras dimensões são importantes para avaliar a aprendizagem da ciência, tal como a natureza da ciência.

Os conhecimentos sobre estratégias para o ensino da Ciências é composto por duas categorias, o conhecimento sobre as estratégias para assuntos específicos e o conhecimento sobre as estratégias para tópicos específicos (MAGNUSSUN; KRAJCIK; BORKO, 1999). As estratégias de assuntos específicos referem-se a abordagens gerais para o ensino de Ciências, estando relacionadas ao conhecimento das orientações para o ensino de ciência. As estratégias para tópicos específicos referem-se a estratégias específicas que se aplicam ao ensino de temas específicos dentro de um domínio da ciência, de modo a facilitar a aprendizagem dos estudantes (PARK; OLIVER, 2008). Essas estratégias incluem atividades, como demonstrações, simulações, investigações ou experiências, e representações, as quais podem ser ilustrações, exemplos, modelos ou analogias.

Com relação às definições de TCK encontradas na literatura (BASER, KOPCHA, OZDEN, 2016) ressaltamos que estas não evidenciam a relação bidirecional entre conteúdo e tecnologia, que ao nosso ver influencia sobremaneira os contextos de integração de tecnologias no ensino de conteúdos específicos bem como para promover uma abordagem crítica para essa integração. Nesse sentido, defendemos uma definição de TCK como o conhecimento sobre como as tecnologias digitais podem criar novas representações para conteúdos específicos, assim como o conhecimento de como a tecnologia pode gerar ou mudar conteúdos e como o conteúdo pode transformar ou influenciar a tecnologia, possibilitando uma compreensão do impacto da tecnologia sobre as práticas e conhecimentos de uma determinada disciplina.

Ao caracterizar o TCK no âmbito do ensino de Ciência, Espíndola (2010) salienta as contribuições dos estudos do movimento Ciência Tecnologia e Sociedade (CTS) para aprofundar o entendimento deste conhecimento no campo das ciências. A autora compreende que o conhecimento sobre as relações ciência, tecnologia e sociedade, deve embasar a definição e o entendimento sobre TCK, numa compreensão de que o conhecimento científico e o conhecimento tecnológico estão imbricados. Dessa forma, o TCK assume no contexto do ensino de Ciências um papel de destaque para a compreensão do desenvolvimento científico-tecnológico, o qual deve ser compreendido como resultante de fatores culturais, políticos e econômicos (PINHEIRO, SILVEIRA, BAZZO, 2007).

A interação entre a ciência e as tecnologias é fundamental para a ciência e a forma como a ciência é praticada, sendo que a tecnologia pode

ser compreendida como incorporada no próprio tecido da ciência e em como a ciência é feita (EMMOTT, 2006). Compreendemos que o TCK envolve conhecimentos sobre o desenvolvimento científico-tecnológico, o que permite avaliar e participar das decisões que venham a atingir o meio ambiente. Esse conhecimento permite um questionamento sobre os impactos da ciência e da tecnologia em seu entorno, de modo a possibilitar uma compreensão crítica dos interesses envolvidos na relação ciência e tecnologia. Dessa forma, a relação ciência e tecnologia deve ser compreendida dentro do emaranhado social, político e ambiental, o qual propicia refletir e entender sobre o fenômeno tecnocientífico moderno (OSÓRIO, 2002).

O TCK deve compreender que a “ciência e tecnologia não são neutras, pois refletem as contradições das sociedades que as engendram, tanto em suas organizações quanto em suas aplicações. Na realidade, são formas de poder e de dominação entre grupos humanos e de controle da natureza” (LARANJA, SIMÕES, FONTES, 1997, p. 23). Assim, o TCK deve abranger o conhecimento da dimensão social da ciência e tecnologia, abordando questões éticas, ambientais ou culturais das múltiplas influências entre ciência e tecnologia.

Na literatura encontramos diferentes definições sobre o TPK, sendo que algumas dessas definições acabavam por abranger aspectos referentes a representação de conteúdo. Nisso reside uma compreensão por parte da literatura de que o TPK é independente de um conteúdo específico porque se pode utilizar esse conhecimento em qualquer conteúdo (ALMENARA, DÍAZ, GARRIDO, 2015). Essa compreensão acaba dificultando a definição de TPK e sua distinção de TPACK. Isso porque ao articularmos a representação de um determinado conteúdo ao TPK, estamos abordando aspectos que fazem parte do conhecimento de conteúdo, o que faz com que esse conhecimento possa ser caracterizado como TPACK.

Embora haja na literatura um esforço teórico para delimitar TPK e TPACK, alguns autores entendem que na prática esse conhecimento possa não existir, uma vez que o conteúdo permeia a forma como os professores pensam e planejam a integração tecnológica.

Como esse conhecimento recebe o mesmo nome do *framework*, há na literatura uma ambiguidade em relação ao termo. Nos trabalhos que fizeram parte dessa metassíntese qualitativa, nem sempre estava claro quando os autores se referiam ao *framework* ou a esse conhecimento. Além disso, os limites entre os TPACK, TPK e TCK são bastante tênues ou podem nem existir na prática.

Percebemos que grande parte dos trabalhos que fizeram parte dessa revisão desconsidera o fator contextual ao discutir o *framework* TPACK. No entanto, compreendemos que os conhecimentos que compõem o *framework* não devem ser compreendidos no vácuo e são desenvolvidos dentro de um contexto, o qual deve ser considerado tanto ao se propor uma formação com base nesse *framework*, quanto ao buscar compreender como os professores desenvolvem ou aplicam esses conhecimentos em suas práticas pedagógicas.

Em relação às especificidades das diferentes áreas de conhecimentos, compreendemos que a maioria dos trabalhos acaba não as considerando o conhecimento de conteúdo nas formações e até mesmo numa definição mais precisa dos conhecimentos que fazem parte do *framework*.

No entanto, não podemos desconsiderar as contribuições de alguns trabalhos (JIMOYIANNIS, 2010a; JIMOYIANNIS, 2010b; JIMOYIANNIS, TSOTAKIS, ROUSSINOS, 2011) para uma melhor compreensão do *framework* TPACK no âmbito do ensino de Ciências. Jimoyiannis (2010a, 2010b) busca em seus trabalhos aprofundar a definição dos conhecimentos integrados do *framework* TPACK para o âmbito do ensino de Ciências. Assim, na perspectiva dos conhecimentos integrados para o ensino de Ciências, Jimoyiannis (2010a) propõe os componentes que dele fazem parte (Quadro 02).

Quadro 2: Conhecimentos integrados do *framework* TPACK no ensino de Ciências

PCK	<ul style="list-style-type: none"> ● Conhecimento científico. ● Currículo de ciências. ● Transformação do conhecimento científico. ● Dificuldades de aprendizagem dos alunos sobre conteúdos científicos específicos. ● Estratégias de aprendizagem. ● Pedagogia geral. ● Contexto educacional.
TCK	<ul style="list-style-type: none"> ● Recursos e ferramentas disponíveis para o conteúdo de ciência. ● Habilidades operacionais e técnicos relacionados com conhecimento científico específico. ● Transformação do conhecimento científico. ● Transformação de processos científicos.
TPK	<ul style="list-style-type: none"> ● Estratégias de aprendizagem baseadas nas TDIC. ● Apoiar as competências de informação. ● <i>Student scaffolding</i>.²⁴ ● Tratamento das dificuldades pedagógicas dos alunos.

Fonte: Adaptado de Jimoyiannis (2010a).

A taxonomia desenvolvida para o ensino de Ciências por Blanchard, Harris e Hofer (2011a, 2011b) busca contribuir na definição pelo professor do tipo de atividade e de tecnologia a ser utilizada na construção de conhecimento conceitual, conhecimento procedimental ou expressão do conhecimento. Os formadores de professores podem apresentar essa taxonomia aos professores em formação, além de que podem utilizar a taxonomia para elaborar as situações de ensino e aprendizagem da formação, propondo atividades de planejamento de integração das TDIC nos componentes curriculares, destacando que durante todo o processo de planejamento, os conhecimentos que fazem parte do *framework* TPACK dos professores é operacionalizado. No entanto, o mapeamento desta tipologia de atividades não deve ser

²⁴ Refere-se a uma variedade de técnicas de ensino usadas para mover os alunos progressivamente para uma maior compreensão, até que o aluno atinja uma maior independência no processo de aprendizagem.

entendido como uma receita para a integração de TDIC na Educação Científica e Tecnológica, mas referências a partir das quais os professores em formação podem tecer suas reflexões, análises e propor caminhos para uma integração efetiva destes recursos e novos conteúdos na sua prática pedagógica.

6 O *FRAMEWORK* TPACK NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES DO ENSINO DE CIÊNCIAS

O *framework* TPACK reconhece explicitamente que o uso pedagógico da tecnologia é profundamente influenciado pelo domínio de conteúdo no qual os tipos de conhecimento estão situados (ANGELI, VALANIDES, 2009), o que nos faz considerá-lo como um potencial referencial para a formação de professores para a integração de TDIC no Ensino de Ciências. No entanto, na maioria dos estudos que fizeram parte dessa pesquisa, percebemos que o *framework* TPACK é abordado pelos pesquisadores ainda de maneira genérica, seja na abordagem sobre o conhecimento de conteúdo ou ao desconsiderar o componente contexto dentro do *framework*, seja na maioria dos programas de formação que propõem a partir este referencial.

Ao analisarmos as possibilidades do *framework* TPACK na formação de professores para a integração das TDIC, nos parece intrínseco que devemos considerar o conhecimento de conteúdo, com todas as particularidades que são próprias do conhecimento científico bem como devemos considerar os fatores contextuais, como as políticas educacionais nacionais, a cultura escolar e o contexto dentro da sala de aula.

O *framework* TPACK enfatiza o papel dos professores como tomadores de decisão na integração da tecnologia no ensino e na aprendizagem (MISHRA, KOEHLER, KERELUIK, 2009). Nessa tomada de decisão na integração das TDIC, os professores participam de escolhas que refletem sua capacidade de decidir o que fazer com as tecnologias, sobre quais informações e tecnologias querem trabalhar e com quais objetivos educacionais, sobre com quem interagir e em que contextos, construindo assim possibilidades de integração da tecnologia que refletem suas escolhas e podem ser influenciadas pelos seus pares, seus alunos. Nisso reside a importância de preparar os professores para fazer escolhas conscientes das TDIC a serem utilizadas para ensinar determinado conteúdo (TONDEUR, et al., 2012; CABERO, BARROSO 2016). Para realizar essas escolhas e propor caminhos, o professor não pode ignorar a complexidade inerente ao CK, PK e TK, nem as relações entre esses componentes, pois isso afetaria sobremaneira a integração das TDIC ao currículo. Assim, a natureza dos conhecimentos científicos em questão é um aspecto fundamental que particulariza o TPACK para cada área de conhecimento.

O *framework* TPACK fornece um quadro conceitual coerente para a formação de professores na cultura digital, uma vez que

compreende que para o desenvolvimento de um ambiente de aprendizagem permeado pelas TDIC, os professores devem ter vários tipos de conhecimentos, não apenas o conhecimento tecnológico. Isso acaba fazendo com que as formações que se utilizam desse referencial utilizem uma perspectiva formativa em que o conhecimento tecnológico não é o único foco.

Não há no *framework* uma compreensão de que as interações entre os domínios de conhecimento (TK, CK e PK) devem ser inseridos no âmbito da cultura digital, possibilitando o desenvolvimento de capacidades críticas e autônomas de comunicação, expressão e interação diante dos meios tecnológicos. Dessa forma, compreendemos que os enfoques técnico, prático e crítico defendidos por Bianchi (2015) e apresentados no primeiro capítulo dessa dissertação, podem ser trabalhadas na formação de professores para a integração das TDIC de maneira conjunta, visto que uma completa o sentido da outra. Assim, através de uma educação com e para os meios, busca-se a superação das dimensões/enfoques unilaterais.

No entanto, no *framework* TPACK as tecnologias são geralmente compreendidas apenas como ferramenta tecnológica, o que acaba por restringir as contribuições desse *framework* para uma formação crítica e criativa dos professores, pois o foco deve estar numa educação com as mídias e pelas mídias.

Dessa forma, a integração das TDIC deve ser um processo que também permita “compreender, interpretar e avaliar os conteúdos das diversas mídias” (FANTIN, 2005, p. 11), numa compreensão das tecnologias como objeto de estudo, o que permite uma educação sobre as mídias e para as mídias. A compreensão das TDIC como objetos de estudo permite uma leitura crítica sobre as tecnologias e seu impacto na sociedade, aspectos que devem ser trabalhados na formação de professores. Nesse sentido, o *framework* TPACK, ao nosso ver, deve ser complementado de forma que os professores tenham a “capacidade de usar e interpretar as mídias com habilidades específicas de análise, avaliação, produção e reflexão no contexto de uso de diferentes tecnologias a fim de assegurar processos educativos e comunicativos em uma variedade de formas” (FANTIN, RIVOLTELLA, 2013, p. 133-134).

Compreendemos que nos programas de formação de professores, os conceitos científicos e as tecnologias podem ser ensinados de maneira integrada com as possíveis estratégias pedagógicas e ferramentas tecnológicas que podem ser utilizadas para a aprendizagem desses conceitos. Assim, os formadores de professores de Ciências, além de trabalhar essa integração como conteúdo da formação, compreendendo as

relações entre ciência e tecnologia, devem possibilitar aos professores em formação oportunidades de que eles consigam vivenciar e refletir sobre estratégias pedagógicas próprias do ensino de Ciências enriquecidas pelas TDIC.

Em relação às dimensões do contexto propostas por Chai, Koh e Tsai (2013) e Koh, Chai e Tay (2014), compreendemos que elas permitem uma reflexão sobre o papel do contexto na formação de professores. A dimensão interpessoal reflete, na perspectiva de formação dos professores, uma interlocução entre os participantes, o que desencadeia “novas ideias, perspectivas e princípios de ação no contexto da cultura digital” (CERNY, ALMEIDA, RAMOS, 2014, p. 1345). Além disso, esta dimensão interpessoal engloba a comunidade escolar, que muitas vezes apoia o professor em sua formação (GUZEY, ROEHRIG, 2009).

Os programas de formação de professores que se utilizam do quadro teórico TPACK independente do contexto, geralmente oferecem soluções genéricas para a formação para a integração das TDIC, não considerando as individualidades dos professores, suas crenças em relação às TDIC e sua integração ao processo de ensino e aprendizagem, suas experiências e o conteúdo a ser ensinado pelo professor. Assim, projetos de formação orientados por contextos específicos podem ser importantes para promover uma integração de tecnologia efetiva nos currículos.

6.1 TRAÇANDO POSSIBILIDADES PARA AS FORMAÇÕES DE PROFESSORES DE CIÊNCIAS PARA A INTEGRAÇÃO DAS TDIC

O quadro teórico utilizado para embasar uma formação de professores explica em parte as concepções de ensino, integração das TDIC, estratégias de ensino e aprendizagem, tanto na concepção quanto na implementação de um programa de formação de professores (DEMIR, 2011). Dessa forma, nessa seção procuramos tecer algumas possibilidades para a formação de professores de Ciências para a integração das TDIC no currículo, tendo como base os resultados apresentados nessa revisão, o trabalho de Demir (2011) e cinco propostas formativas para professores de Ciências que utilizaram como marco conceitual o *framework* TPACK. Essas propostas formativas são dois Núcleos do Curso de Especialização Educação na Cultura Digital do Programa Proinfo do MEC/Brasil, o Núcleo Aprendizagem de Ciências no Ensino Fundamental e TDIC (ESPÍNDOLA et al., 2014) e o Núcleo de Aprendizagem de Biologia no Ensino Médio e TDIC (MARINHO,

MARINHO, 2014), e três materiais formativos do Programa Conectar Igualdad²⁵ um destinado a professores de Biologia (BOCALANDRO, MATEU, 2012), outro a professores de Física (STIPCICH, SANTOS, 2012) e outro a professores de Química.

A escolha do referencial teórico para uma formação de professores reflete escolhas teóricas e metodológicas dos formadores de professores. Nesse sentido, cabe aqui apresentar o que os materiais formativos falam sobre o uso do *framework* TPACK para a formação ou para a integração das TDIC. Marinho e Marinho (2014) no Plano de Ensino e Aprendizagem do Núcleo de Aprendizagem de Biologia no Ensino Médio e TDIC afirmam que compreendem o *framework* “TPACK como suficiente para caracterizar como deveria se dar essa formação [para a interação das TDIC ao currículo] nas licenciaturas, o que evidencia que as potencialidades do referencial na formação de professores já estão sendo refletidas nacionalmente.

De maneira semelhante o material formativo para os professores de Física do Programa Conectar Igualdad compreende o

El TPACK es, en definitiva, la base de una buena enseñanza con tecnología. Un profesor de Física que domine el TPACK podrá poner en práctica criterios de selección y secuenciación de contenidos, estará en condiciones de anticipar posibles conocimientos previos de los alumnos sobre esos contenidos y estará preparado para seleccionar las herramientas tecnológicas más apropiadas para ese grupo estudiantil en un determinado tema de física, de manera de acortar la brecha entre los conocimientos previos que los estudiantes traen sobre el tema y los científicamente consensuados (STIPCICH, SANTOS, 2012, p.11).

No entanto, vale aqui nos posicionar no sentido de que discordamos que o *framework* seja suficiente para caracterizar como deve

²⁵ O Programa Conectar Igualdad é uma política argentina para promover a inclusão digital, social e educativa das TDIC nas escolas secundárias através da distribuição de laptops para alunos e professores, sendo que uma de suas premissas é promover o fortalecimento da formação dos docentes para a integração das TDIC em sala de aula, o que ocorre por meio de formação continuada acompanhadas de materiais formativos de apoio.

ser uma formação, tendo em vista a concepção de tecnologia, apenas como ferramenta tecnológica, adotada no *framework*, e as limitações nos entendimentos de cada constructo discutidas no capítulo anterior, mas pode apontar um caminho possível.

O quadro teórico influencia a definição de conteúdos que são trabalhados na formação, bem como na ordem em que esses conteúdos serão trabalhados (DEMIR, 2011). Nesse sentido, nas formações de professores para a integração das TDIC, o *framework* TPACK pode fazer parte do conteúdo da formação, sendo isso uma realidade na formação do Programa Conectar Igualdad. O segundo volume do material de apoio da formação do Programa Conectar Igualdad, para as áreas de Biologia, Física e Química utilizam o *framework* TPACK conteúdo durante a formação. Nesse sentido, os materiais formativos iniciam com uma apresentação do *framework* que ocorre já na apresentação do material formativo, sendo essa apresentação idêntica nos três materiais. Nessa apresentação, o *framework* é apresentado como capaz de identificar as “*cualidades del conocimiento que los docentes necesitan para poder integrar de forma consistente la tecnología a la enseñanza*”. Nos três materiais são apresentados no primeiro capítulo os conhecimentos que fazem parte do *framework*, seguindo a perspectiva do modelo integrativo do *framework*²⁶, sendo a forma como esse conteúdo é exposto nos três materiais pe diferente. Além das definições de cada um dos conhecimentos do *framework*, a taxonomia elaborada por Harris e Hofer (2009) faz parte do conteúdo da formação.

Na sequência, os materiais formativos do Programa Conectar Igualdad apresentam algumas considerações e questionamentos que podem colaborar no processo de planejamento de uma proposta didática para abordar um conteúdo específico, de forma a contemplar todas as interrelações possíveis entre CK, PK e TK (BOCALANDRO, MATEU, 2012; MARTÍNEZ, PERINI, 2012; STIPCICH, SANTOS, 2012). No material formativo do Programa Conectar Igualdad são sugeridos recursos digitais, como vídeos, imagens, infográficos, simulações e sites para oito conteúdos de cada uma das disciplinas. Além disso, cada um dos materiais formativos apresenta um exemplo de um planejamento de uma proposta didática com a integração das TDIC na respectiva área de conteúdo. As TDIC são utilizadas para a construção do conhecimento conceitual, do conhecimento procedimental e da expressão do conhecimento, partindo da proposta de Harris e Hofer (2009) e buscando

²⁶ O material formativo de Biologia e de Química do Programa Conectar Igualdad não apresenta considerações sobre o conhecimento pedagógico.

uma articulação das possibilidades das TDIC com as especificidades da natureza dos conhecimentos envolvidos na Educação Científica e Tecnológica.

Essa proposta muito se assemelha da estratégia de apresentação de exemplos de boas práticas, o que nessa revisão foi apontado como uma das estratégias comuns nas formações de professores que se utilizam do *framework* TPACK.

Esses exemplos de boas práticas também aparecem como parte do conteúdo dos Núcleos de Ciências e Biologia da especialização Educação na Cultura Digital. Nesses dois Núcleos, o que ocorre é o relato de uma prática de integração das TDIC, sendo esse relato é realizado pelo professor que planejou e executou a prática pedagógica e seus alunos. Esse relato de boas práticas e exemplo de um planejamento não devem ser compreendidos pelos professores em formação como o único caminho possível para a integração das TDIC, mas como uma possibilidade de fazer os professores em formação refletir sobre as possibilidades, potencialidades e limites da integração das TDIC em sala de aula, sendo um possível ponto de partida para o planejamento de suas práticas pedagógicas.

Em relação aos conteúdos apresentados na formação, o Núcleo Aprendizagem de Biologia no Ensino Médio e TDIC apresenta os conteúdos em quatro tópicos, sendo que o primeiro contempla reflexões sobre a “inserção das TDIC no contexto escolar atual” (MARINHO, MARINHO, 2014). No segundo Tópico, O Lugar da Vida, os autores pretendem explorar como as tecnologias podem ser utilizadas para explorar o ensino de Ecologia. O ensino de Evolução é o elemento do terceiro Tópico, A Narrativa da Vida, e o ensino de Bioquímica é o elemento norteador do quarto tópico, A Química da Vida.

Em relação aos conteúdos abordados na formação, no Núcleo Aprendizagem de Ciências no Ensino Fundamental e TDIC (ESPÍNDOLA et al., 2014), o primeiro Tópico, Espaço de Aprendizagem: Desafios do Ensino de Ciência, possibilita ao professor em formação oportunidades de refletir sobre os desafios atuais do ensino de Ciências, como os desafios relacionados a contextualização, a interdisciplinaridade e a promoção de autonomia. O segundo Tópico, Potencialidades das TDIC no Ensino de Ciências, discute o papel das TDIC no ensino de Ciências e o terceiro Tópico, Conhecimento e Desenvolvimento das Habilidades com as TDIC dos Cenários, aborda o desenvolvimento de atividades com planilhas eletrônicas, com materiais baseados em realidade aumentada e simuladores no ensino de Ciências. Por fim, o quarto tópico, O professor de Ciências no Processo de Integração das

TDIC, reflete sobre os desafios pessoais, profissionais e institucionais da integração das TDIC pelos professores de Ciência.

Compreendemos que durante a formação para a integração das TDIC, os professores devem ter oportunidades de desenvolver uma articulação entre teoria e prática, com possibilidades de fazer o planejamento de uma situação de ensino e aprendizagem que integre as TDIC. No Núcleo de Biologia e no Núcleo de Ciências da especialização Educação na Cultura Digital, dentre as situações de ensino e aprendizagem estão oportunidades do professor fazer o planejamento da integração das TDIC (*learning technology by design*) para um conteúdo específico, oportunizando uma articulação entre teoria e prática, o que é fundamental na formação de professores (PEREIRA, 2006). Nas atividades propostas no Núcleo de Biologia, os professores em formação, assumem tanto o papel de alunos, quanto de professores. Assim, estão previstos dois tipos de atividades: atividades de aprendizagem de conteúdos de Biologia em que ocorre a integração das TDIC, que buscam promover a vivência do professor como aluno e também a experiência na construção de conhecimentos biológicos utilizando TDIC; e atividades de planejamento e implementação de intervenções no ensino de Biologia utilizando as TDIC para contemplar as especificidades deste conteúdo em sala de aula. Nessas oportunidades os professores acabam tendo possibilidades de refletir na ação e sobre a ação de planejamento e de integração das TDIC.

Além disso, nos dois Núcleos são oportunizadas durante a formação atividades em grupo e fórum de discussão com os colegas que também participam da formação. Essas situações de ensino e aprendizagem possibilitam a troca entre os pares, o que é apontado na literatura como fundamental para o desenvolvimento do TPACK.

Outra situação de ensino e aprendizagem apresentada na literatura e que apresenta amplo potencial na formação de professores de Ciências são as narrativas pessoais durante a formação, a quais podem relatar as experiências dos professores durante a formação, não apenas no planejamento das atividades de integração das TDIC, mas os conhecimentos desenvolvidos durante a formação, numa perspectiva de indagação reflexiva, que promove o desenvolvimento pessoal e profissional do educador. Compreendemos, assim como Zabalza (2004) que "escrever sobre si mesmo traz consigo a realização dos processos: racionalizar a vivência ao escrevê-la, reconstrói a experiência" (p. 18). Além disso nesse processo de escrita das narrativas pessoais, em que o professor escreve sobre si relatando suas experiências, narrador e

interlocutor estabelecem um diálogo, é a expressão dos múltiplos "eus" (LARROSA, 1998).

Nesse sentido, o Núcleo de Biologia da especialização Educação na Cultura Digital propõe a elaboração de um Diário de Formação, o qual vai sendo elaborado durante todo o percurso formativo do professor no Núcleo, sendo que durante a formação há algumas atividades que direcionam para o preenchimento do diário. Os Diários de Formação servem para descrever as dificuldades didáticas em cursos de formação com o objetivo de enfrentar e resolver dilemas da profissão (HESS, 2006). O Diário de Formação proposto no Núcleo de Biologia seria um registro reflexivo sobre a prática pedagógica do professor em formação, dando destaque para como os textos e atividades abordados no Núcleo fizeram o professor em formação repensar e/ou reformular suas dinâmicas em sala de aula (MARINHO, MARINHO, 2014). Além disso, esse espaço era destinado a descrição das dificuldades encontradas ao longo do Núcleo, as impressões sobre as atividades e os textos trabalhados durante a formação. As narrativas sobre a formação também estão presentes no Núcleo de Ciências, em que em alguns momentos da formação, o professor em formação é convidado a refletir sobre questões próprias do ensino de Ciências.

Nesse sentido, o que notamos nas cinco propostas é que as situações de ensino e aprendizagem nos programas de formação de professores relatadas na literatura (MISHRA, KOEHLER, 2006; ANGELI, VALANIDES, 2009, HARRIS, HOFER, 2011; LU, 2014, AGYEI, VOOGT, 2015; ANSYARI, 2015; NAI-CHENG, 2015; BILICI, 2016) também se materializam nas formações para a integração das TDIC na Educação Científica e Tecnológica.

Os programas apresentados diferem, no entanto, em seus pontos de partida para pensar a integração das TDIC no ensino de ciências. Os programas de formação do Programa Conectar Igualdad partem do estudo sobre os componentes do *framework* TPACK, o Núcleo de Biologia parte dos conteúdos que os autores do Núcleo consideraram centrais no ensino de Biologia, mais vinculados ao CK, e o Núcleo de Ciências parte dos desafios de ensino e aprendizagem desta área, portanto do PCK como norteador do processo. De todo modo, estas formações buscam uma maior articulação entre teoria e prática, ao propor conteúdos e situações de ensino e aprendizagem em que os professores em formação são desafiados a integrar diferentes conhecimentos nas suas práticas. O TCK, como o conhecimento sobre a maneira pela qual as TDIC e o conteúdo se influenciam e se limitam, não é abordado em nenhuma dessas propostas formativas.

Compreendemos que trabalhar conteúdos próprios do *framework* TPACK, como os conhecimentos envolvidos no *framework* TPACK e a taxonomia proposta por Harris e Hofer (2009) não garante que o professor em formação desenvolva os conhecimentos necessários para a integração crítica e criativa das TDIC. Ao professor em formação devem ser oportunizadas possibilidades de aprofundamento teórico e de articulação teoria e prática, compreendendo não apenas os conceitos relacionados aos conhecimentos que fazem parte do *framework*, mas como esses conhecimentos se articulam na prática pedagógica para promover a integração das TDIC.

Além disso, compreendemos que o *framework* é importante, mas não suficiente para compreender a integração das TDIC ao currículo e dessa forma, ele não deve ser encarado como a solução dos problemas relacionados a integração das TDIC, sendo que o *framework* algumas vezes é compreendido na literatura como sinônimo de integração das TDIC ou como a solução para a integração das TDIC.

Assim, o que propomos é que a formação de professores de Ciências para a integração das TDIC deve buscar uma articulação do *framework* TPACK com outros referenciais teóricos, enriquecendo o *framework* e diminuindo suas lacunas. Nessa articulação devemos buscar: (1) Compreender melhor as premissas da formação docente; (2) A superação da visão de tecnologia apenas como ferramenta pedagógica; (3) Uma melhor compreensão sobre os conhecimentos que fazem parte do *framework*, destacando a importância da natureza dos conhecimentos específicos de cada área; (4) Uma melhor definição sobre integração de TDIC, diferenciando a integração do uso da tecnologia e não compreendendo o *framework* TPACK como sinônimo de integração.

Compreendemos que as formações precisam desenvolver nos professores fluência não apenas em cada um dos conhecimentos base (CK, PK e TK), mas também na maneira como esses domínios se inter-relacionam (PCK, TCK, TPK e TPACK), de modo que consigam integrar as tecnologias numa perspectiva crítica e criativa. Nesse sentido, defendemos uma formação que utilize a abordagem integrativa do TPACK, para conceber a formação, mas que privilegie durante a formação conteúdos e situações de ensino e aprendizagem relacionadas aos conhecimentos integrados e promovam reflexões sobre a natureza dos conhecimentos das áreas específicas em suas dimensões epistemológica, social e política.

Defendemos que a formação de professores de Ciências para integração das TDIC, deva proporcionar uma compreensão crítica de integração das TDIC. Através da revisão percebemos que essa

compreensão não está evidente dentro do *framework* TPACK. Para desenvolvê-la, sugerimos a articulação do *framework* com referenciais, como a mídia-educação pode contribuir nessa compreensão de integração das TDIC dentro do *framework*. A compreensão do referencial da mídia-educação está relacionada com a concepção de tecnologia e a percepção do seu papel na educação, tanto como objeto de estudo quanto como ferramenta pedagógica (BÉVORT; BELLONI, 2009).

Assim, um dos pontos centrais do *framework* é o conceito de tecnologia. Percebemos que na literatura analisada a discussão sobre a tecnologia dentro do *framework* centra-se na perspectiva de se TK deve envolver o conhecimento sobre antigas e novas tecnologias ou apenas as novas tecnologias, sendo ambas as concepções numa perspectiva de tecnologia apenas como ferramenta pedagógica. Compreendemos que a formação de professores de Ciências para a integração das TDIC deve buscar compreender que as tecnologias são objetos de estudo, sendo seu estudo, por exemplo, essencial para a compreensão da cultura, visto que a cultura abrange a totalidade de manifestações artísticas, científicas e técnicas. Além disso, compreendemos que a tecnologia deve ser entendida e trabalhada na formação de professores como a reflexão sobre a técnica e sobre os modos de produção (PINTO, 2005), numa perspectiva mais ampla de conhecimento tecnológico.

Além disso, compreendemos que na formação dos professores de Ciências as relações entre conteúdo e tecnologia podem ser melhor exploradas dentro no *framework* TPACK, numa compreensão de como a ciência influencia as tecnologias e como as tecnologias influenciam a ciência, bem como o fato de que essas influências ocorrem dentro de um contexto sócio-histórico, que também deve ser compreendido. Nesse sentido, é importante evidenciar as interrelações entre ciência e tecnologia, bem como suas implicações na sociedade.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Thompson, Bull e Willis (2002) identificam três princípios para a formação de professores para a integração das TDIC, sendo eles: as TDIC devem estar difundidas em todo o programa de formação dos professores, as TDIC devem ser introduzidas no contexto e os alunos devem experimentar ambientes inovadores suportados com as TDIC durante a sua formação. Nesse sentido, as tecnologias não devem ser ensinadas aos futuros professores como um conteúdo isolado, mas de maneira integrada a outros conhecimentos, dialogando entre a teoria e a prática, o que pode ser facilitado por uma formação que reflita sobre a integração das TDIC nos diferentes componentes curriculares.

Dessa forma, o *framework* TPACK, ao possibilitar uma compreensão da integração entre conteúdo, pedagogia e tecnologia, se mostra como um interessante referencial para embasar programas de formação inicial e continuada de professores. Embora na literatura tenhamos encontrado diferentes formas de definir o *framework*, a ideia central do *framework* TPACK vai além de ver conteúdo, pedagogia e tecnologia como conhecimentos isolados, uma vez que compreende que existe uma relação dinâmica entre esses conhecimentos.

Ao longo dessa pesquisa, percebemos que o “*TPACK framework is complex and problematic*” (RUBERG, 2015, p. 246), especialmente pela fraca teorização do *framework*, o que se reflete na ausência de uma definição clara sobre cada um dos conhecimentos que fazem parte do *framework* e nas ambiguidades existentes no *framework*. Dentro deste referencial o acrônimo TPACK é utilizado para se referir ao *framework* por completo e também ao conhecimento resultante da integração do conhecimento pedagógico, conhecimento de conteúdo e conhecimento tecnológico. Essa ambiguidade em relação ao termo TPACK dificulta a compreensão dos trabalhos sobre o *framework* devendo ser resolvida nos trabalhos. Nesta revisão, para resolver essa ambiguidade optamos por utilizar a palavra *framework* ou *framework* TPACK quando nos referíamos ao *framework* por completo. Outra opção que poderia ter sido adotada é utilizar a palavra TPACK para o *framework* e TPCK para o conhecimento, acompanhando a nomenclatura dos outros conhecimentos integrados que não utilizam o “A” para ressaltar a perspectiva integrativa.

Outra ambiguidade em relação ao *framework* tem relação com os conhecimentos sobre os professores, alunos e sala de aula, os quais são compreendidos dentro do *framework* nos conhecimentos que envolvem o conhecimento pedagógico (PK, TPK, PCK e TPACK) e no contexto. Essa compreensão de que esses conhecimentos fazem parte do contexto

acabam dando uma dimensão pedagógico ao TCK, de modo a que os limites entre TCK, TPK e TPACK acabem se tornando tênues. Percebemos, assim como Graham (2011) que o que diferencia o TCK, TPK e TPACK varia amplamente na literatura. Uma vez que os professores em sua prática pedagógica normalmente consideram simultaneamente o uso da tecnologia, a representação de conteúdo e a abordagem pedagógica, delimitar TCK e TPK é uma tarefa difícil, sendo que identificamos na literatura (COX, GRAHAM, 2009) um esforço teórico para diferenciar esses conhecimentos.

Os estudos sobre formação de professores que fizeram parte dessa revisão sistemática enfatizam a necessidade de proporcionar ao docente um conhecimento profissional que equilibre o conhecimento do currículo e do conteúdo, numa vertente pedagógica e tecnológica. Há no *framework* uma compreensão de que a formação de professores para a integração das TDIC deve proporcionar ao professor um raciocínio que coloca o conteúdo e o conhecimento pedagógico em uma tensão dinâmica com as possibilidades das tecnologias, numa compreensão de adoção flexível das ferramentas tecnológicas, uma vez que a tecnologia está em constante transformação.

O quadro teórico da formação de professores pode explicar as concepções de ensino e de integração das TDIC, na concepção e na implementação da formação (DEMIR, 2011), mas é a compreensão dos formadores de professores sobre o quadro teórico que influencia e é influenciada pelo objetivo, conteúdo e situações de ensino e aprendizagem e avaliação. Assim, as diferentes compreensões sobre o *framework* TPACK e sobre os conhecimentos que fazem parte do *framework* podem gerar propostas formativas diferenciadas embora todas elas utilizem o *framework* TPACK como quadro teórico. Isso acontece porque a compreensão dos formadores de professores sobre os conhecimentos que fazem parte do *framework* e sobre o *framework* influenciam o objetivo, o conteúdo, as situações de ensino e aprendizagem e a avaliação na formação.

A definição de tecnologia apenas como ferramenta pedagógica nos trabalhos teóricos sobre o *framework* TPACK acaba por limitar o uso desse *framework* na perspectiva de uma formação que procure uma integração crítica e criativa das TDIC. Dessa forma, faz-se necessário que o *framework* seja enriquecido com outras perspectivas teóricas, de modo a favorecer uma compreensão mais crítica sobre as tecnologias e um entendimento mais sólido sobre como as diferentes áreas de conteúdo influenciam e são influenciadas pelas tecnologias. Assim, concordamos com Koehler et al. (2014) ao afirmarem que o *framework* TPACK é

essencial, mas não suficiente para tornar os professores criativos ou inovadores na integração das TDIC para fins pedagógicos.

O *framework* TPACK é genérico para qualquer conteúdo de qualquer disciplina (MAZON, 2012), embora exista uma compreensão de que o conhecimento pedagógico do conteúdo necessário para cada disciplina difere. A revisão sistemática realizada nessa pesquisa identificou, assim como Deng et al. (2017), que poucas pesquisas até o momento têm discutido de forma abrangente a estrutura do *framework* TPACK, especialmente para áreas específicas de conteúdo, sendo essa uma das “sombras” presentes no *framework*.

Graham et al (2009) e Koh, Chai e Tsai (2010) identificaram que durante a formação continuada para o uso das TDIC, os conhecimentos que os professores mais desenvolviam eram TCK e TPACK. De modo semelhante, Niess (2007) e Koh e Chai (2014) perceberam em suas pesquisas que quando os professores começaram a considerar o CK houve um maior desenvolvimento do TPACK. Os trabalhos de Graham et al (2009) e Koh, Chai e Tsai (2013) mostraram que o TPK dos professores era pouco desenvolvido ao longo da formação, uma vez que as considerações sobre conteúdo eram frequentes na formação dos professores que estão exercendo sua atividade profissional. Isso evidencia a importância de que a formação continuada para o uso das TDIC deve não apenas articular o TK e o PK, mas considerar e abordar também para o CK, o PCK, o TPK, o TCK e o TPACK.

Assim, o conteúdo pode servir como um grande canal para os objetivos da formação de professores para o uso das TDIC, sendo o foco no conteúdo um elemento necessário do desenvolvimento profissional eficaz. Nesse sentido,

professional development is designed to foster changes in teacher knowledge and practice, which hinges upon the classroom content that teachers are charged to transmit to their students. Therefore, it is imperative that professional development focus on the specific content needs of participants (YOUNG, 2011, p. 9).

Quando ocorre a integração das TDIC na Educação Científica e Tecnológica, os professores precisam considerar o conteúdo de Ciências e as necessidades de ensino desta área, a(s) TDIC e os métodos pedagógicos a serem utilizados, e ao fazer isso, os professores são levados a refletir sobre as relações entre o conteúdo científico, a pedagogia e a tecnologia. Compreendemos que as formas em que a tecnologia pode ser

usada para cada disciplina também podem ser diferentes, o que faz com que o TPACK possa ser diferente para cada disciplina (BULL, BELL 2009; HARRIS et al., 2010).

Compreendemos que a estrutura e o conteúdo da disciplina moldam não só a forma como os professores ensinam com a tecnologia, mas também a lógica de pensamento que o professor constrói a partir de suas experiências de ensino e aprendizagem (YEH et al., 2014). No ensino de ciências isso é ainda mais marcado, uma vez que está envolvido o ensino não apenas de um corpo de conhecimento, mas também os processos e atividades do trabalho científico. Assim, as práticas estabelecidas dentro da ciência influenciam a integração das TDIC, uma vez que o professor tem que saber identificar os conteúdos em que a tecnologia é um elemento fundamental da ciência que se ensina (McCROY, 2008).

O desenvolvimento do *framework* TPACK influenciou significativamente a teoria, a pesquisa e a formação dos professores nos últimos 12 anos. Durante este período, inconsistências foram identificadas no *framework*, de modo que o *framework* tem sido alvo de questionamentos e pesquisas de uma comunidade de pesquisadores, o que compreendemos como essencial para o desenvolvimento do *framework*.

Apesar das atuais limitações existentes no *framework*, compreendemos que o mesmo pode contribuir na formação de professores de Ciências, podendo ser usado para refletir sobre as competências e conhecimentos envolvidos na ação docente, bem como nas relações entre ciência e tecnologia na sociedade contemporânea. Para isso, o *framework* TPACK requer uma compreensão mais ampla das relações entre ciência e tecnologia, superando a abordagem predominante nos trabalhos desse *framework* que enfatizam apenas a influência da tecnologia nas representações da ciência.

Assim, como possibilidades de futuras pesquisas identificamos a necessidade de pesquisas que articulem o *framework* a outros referenciais teóricos, de modo a proporcionar uma definição mais crítica sobre o *framework* e os conhecimentos que fazem parte dele. Na literatura identificamos uma compreensão do *framework* TPACK que muitas vezes se confunde com a concepção de integração de tecnologia.

A escassez de trabalhos sobre *framework* TPACK na Educação Científica e Tecnológica evidencia a necessidade de pesquisas que procurem compreender como esses conhecimentos são trabalhados em programas de formação inicial e continuada de professores de Ciência, bem como esses conhecimentos influenciam a prática pedagógica dos professores de Ciência.

REFERÊNCIAS

ABBITT, J. T. An investigation of the relationship between self-efficacy beliefs about technology integration and technological pedagogical content knowledge (TPACK) among preservice teachers. **Journal of Digital Learning in Teacher Education**, v.27, n.4, p.134-143, 2011.

ABD-EL-KHALICK, F.; LEDERMAN, N. G. Improving science teachers' conceptions of nature of science: a critical review of the literature. **International Journal of Science Education**. v.22, n.7, p.665-701, 2000.

ABELL, S. K. et al. Preparing the next generation of science teacher educators: A model for developing PCK for teaching science teachers. **Journal of Science Teacher Education**. v.20, p.77-93, 2009.

_____. Twenty years later: Does pedagogical content knowledge remain a useful idea? **International Journal of Science Education**. v.30, n.10, p.1405-1416, 2008.

AGYEI, D. D.; KEENGWE, J. Using technology pedagogical content knowledge development to enhance learning outcomes. **Education and Information Technologies**. v.19, n.1, p.155-171, 2014.

_____; VOOGT, J. Developing technological pedagogical content knowledge in pre-service mathematics teachers through collaborative design. **Australian Journal of Educational Technology**. v.28, n.4, p.547-564, 2012.

_____; VOOGT, J. Pre-service teachers' TPACK competencies for spreadsheet integration: insights from a mathematics-specific instructional technology course. **Technology, Pedagogy and Education**, v. 24, n.5, 2015.

AKKAYA, R. Research on the development of middle school mathematics pre-service teachers' perceptions regarding the use of technology in teaching mathematics. **Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education**. v.12, n.4, p.861-879, 2016.

AKKOÇ, H. Formative questioning in computer learning environments: A course for pre-service mathematics teachers. **International Journal**

of Mathematical Education in Science and Technology. v.46, p.1096–1115, 2015.

ALAYYAR, C. M.; FISSER, P.; VOOGT, J. Developing technological pedagogical content knowledge in pre-service science teachers: Support from blended learning. **Australasian Journal of Educational Technology.** v.28, n.8, p.1298-1316, 2012.

ALLAN, W. C. et al. Teacher professional development through a collaborative curriculum project- an example of TPACK in Maine. **Techtrends,** v.54, n.6, p.36-43, 2010.

ALMEIDA, M. E. B. A construção compartilhada de significados em projetos de educação a distância. In: VALENTE, J. A.; ALMEIDA, M. E. B. (Org.). **Formação de educadores a distância e integração de mídias.** São Paulo: Avercamp, 2007. p.21-33.

_____. Educação e tecnologias no Brasil e em Portugal em três momentos de sua história. **Educação, Formação & tecnologias.** v.1, n.1, p.23-36, 2008.

_____. **O computador na escola: contextualizando a formação de professores. Praticar a teoria, refletir a prática.** 2000, 265 f. Tese (Doutorado em Educação) - Programa de Estudos Pós-Graduados em Educação: Currículo, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2000.

ALMENARA, J. C.; DÍAZ, V. M.; GARRIDO, C. C. Validación de la aplicación del modelo TPACK para la formación del profesorado en TIC. **Revista d'innovació educativa.** n.14, p.13-22, 2015.

_____. et al. **La Formación del Profesorado en TIC: Modelo TPACK (Conocimiento Tecnológico, Pedagógico y de Contenido).** Sevilla: Publidisa S.A., 2014.

ALMERICH, G. et al. Teachers' information and communication technology competences: A structural approach. **Computers & Education.** v.100, p.110-115, 2016.

ALSOFYANI, M. M. et al. A preliminary evaluation of short blended online training workshop for TPACK development using technology

acceptance model. **The Turkish Online Journal of Educational Technology**. v.11, n.3, p.20-32, 2012.

AMANTE, L. **As Tecnologias Digitais na Escola e na Educação Infantil**. Editora Melo: Pinhais, 2011.

ANGELI, C. et al. Introducing e-TPCK: An adaptative E-Learning technology for the development of teachers' technological pedagogical content knowlegde. In: ANGELI, C.; VALANIDES, N. (Org.). **Technological Pedagogical Content Knowlegde: Exploring, developing and assessing TPCK**. New York: Spinger, 2015. p.305-318.

_____; IOANNOU, I. Developing secondary education computer science teachers' technological pedagogical content knowledge. **European Journal of Educational Sciences**. v.2, n.2, p.9-30, 2015.

_____; VALANIDES, N. Epistemological and methodological issues for the conceptualization, development, and assessment of ICT-TPCK: Advances in technological pedagogical content knowledge (TPCK). **Computers & Education**. v.52, p.154-168, 2009.

_____; VALANIDES, N. Preservice elementary teachers as information and communication technology designers: An instructional systems design model based on an expanded view of pedagogical content knowledge. **Journal of Computer Assisted Learning**. v.21, n.4, p.292-302, 2005.

_____; VALANIDES, N. Technology mapping: An approach for developing technological pedagogical content knowledge. **Journal of Educational Computing Research**. v.48, n.2, p.199-221, 2013.

AN, H.; WILDER, H.; LIM, K. Preparing Elementary Pre-Service Teachers from a Non-Traditional Student Population to Teach with Technology. **Interdisciplinary Journal of Practice, Theory, and Applied Research**. v.28, n.2, p.170-193, 2011.

AN, S.; KULM, G.; WU, Z. The pedagogical content knowledge of middle school mathematics teachers in China and the U.S. **Journal of Mathematics Teacher Education**. v.7, p.145-172, 2004.

ANSYARI, M. F. Designing and evaluating a professional development programme for basic technology integration in English as a foreign language (EFL) classrooms. **Australasian Journal of Educational Technology**. v.31, n.6, p.699-712, 2015.

APPOLINÁRIO, F. **Dicionário de metodologia científica**: um guia para a produção do conhecimento científico. São Paulo: Atlas, 2009.

ARAÚJO, L.; FREIRE, K. X. Proinfo integrado: A formação em Linux educacional do DF. In: IX Congresso Nacional de Educação - EDUCERE. 2009. Curitiba. **Anais... IX Congresso Nacional de Educação - EDUCERE**, 2009. p.5912-5922.

ARCHAMBAULT, L. M.; BARNETT, J. H. Revisiting technological pedagogical content knowledge exploring the TPACK framework. **Computers & Education**. v.55, p.1656-1662, 2010.

ARCHAMBAULT, L.; CRIPPEN, K. Examining TPACK Among K-12 Online Distance Educators in the United States. **Contemporary issues in technology and teacher education**. v.9, n.1, p.71-88, 2009.

ARNOLD, S. R.; PADILLA, M. J.; TUNHIKORN, B. The Development of Pre-Service Science Teachers' Professional Knowledge in utilizing ICT to support Professional Lives. **Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education**. v.5, n.2, p.91-101, 2009.

AYDIN, S. et al. Professional Journals as a Source of PCK for Teaching Nature of Science: an Examination of Articles. **J Sci Teacher Educ**. v.24, p.977-997, 2013.

BANAS, J. R.; YORK, C. S. Authentic learning exercises as a means to influence preservice teachers' technology integration self-efficacy and intentions to integrate technology. **Australasian Journal of Educational technology**. v.30, n.6, p.728-746, 2014.

BARROSO, J. et al. The challenges of searching for and retrieving qualitative studies. **Western Journal of Nursing Research**. v.25, n.2, p.153-178, 2003.

BASER, D.; KOPCHA, T. J.; OZDEN, M. Y. Developing a technological pedagogical content knowledge (TPACK) assessment for preservice teachers learning to teach English as a foreign language. **Computer Assisted Language Learning**. v.29, n.4, p.749-764, 2016.

BAXTER, J. A.; LEDERMAN, N. G. Assessment and measurement of pedagogical content knowledge. IN: GUESS-NEWSOME, J.; LEDERMAN, N. G. (Org.). **Examining pedagogical content knowledge**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1999. p.147-161.

BELLONI, M. L. **O que é mídia-educação**. 2. ed. Campinas: Autores Associados, 2005.

BENTON-BORGHI, B. H. A Universally Designed for Learning (UDL) Infused Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) Practitioners' Model Essential for Teacher Preparation in the 21st Century. **Journal of Educational Computing Research**. v.48, n.2, 2013.

BERGMANN, J. C. F.; OLIVEIRA, M. M.; OLIVEIRA, S. M. Reflexão sobre alguns desafios da inserção de laptops educacionais em contexto escolar. **Hipertextus revista digital**. v.11, p.1-13, 2013.

BERROCOSO, J. V. Buenas prácticas educativas con TIC y formación del profesorado. In: PONS, J. P. et al. (Org.). **Políticas educativas y buenas prácticas con TIC**. Barcelona: GRAÓ, 2010. p.81-98

BERWANGER, O. et al. Como Avaliar Criticamente Revisões Sistemáticas e Metanálises? **Revista Brasileira de Terapia Intensiva**. v. 19, n. 4, p. 475–480, 2007.

BÉVORT, E.; BELLONI, M. L. Mídia-Educação: Conceitos, história e perspectivas. **Educ. Soc.** v.30, n.109, p.1081-1102, 2009.

BEYERBACH, B.; WALSH, C.; VANNATTA, R. From teaching technology to using technology to enhance student learning: Preservice teachers' changing perceptions of technology infusion. **Journal of Technology and Teacher Education**. v.9, n.1, p.105-127, 2001.

BIANCHI, P. Tics, mídia-educação e formação professores: o que anunciam e fazem (?) novas universidades federais da região sul do

Brasil. **Revista Tempos e Espaços em Educação**. v.8, n.17, p.145-159, 2015.

BILICI, S. C. An Examination of Science Teachers' Knowledge Structures towards Technology. **International Journal of Environmental & Science Education**. v.11, n.5, 2016.

BITTAR, M. Informática na educação e a formação de professores no Brasil. **Série-Estudos**. n.10, p.91-106, 2000.

BLANCHARD, M. R.; HARRIS, J.; HOFER, M. **Science Learning Activity Types**, 2011a. Disponível em:
<<http://activitytypes.wm.edu/ScienceLearningATs-Feb2011.pdf>>
Acesso em: 10 mar. 2016.

_____; HARRIS, J.; HOFER, M. **Tipos de actividades en el área de Ciencias Naturales**, 2011b. Disponível em:
<<http://activitytypes.wm.edu/ScienceLearningATs-Feb2011Spanish.pdf>>. Acesso em 11 mar 2016.

BOCALANDRO, N.; MATEU, M. **Biología 2: Serie para la enseñanza en el modelo 1 a 1**. Buenos Aires: Educ.ar S.E, 2012.

BOSE, S. Integrated teacher education programme for open distance learning: a model for development and implementation. **Open Learning: The Journal of Open, Distance and e-Learning**. v. 28, n.2, p.120-134, 2013

BOTELHO, L. L. R.; CUNHA, C. C. A.; MACEDO, M. O método da revisão integrativa nos estudos organizacionais. **Gestão e Sociedade**. v.5, n.11, p.121-136, 2011.

BOWER, et al. Supporting pre-service teachers' technology-enabled learning design thinking through whole of programme transformation. **Educational Media International**. v.50, n.1, p.39-50, 2013.

BRANTLEY-DIAS, L.; ERTMER, P. A. Goldilocks and TPCK: Is the construct "just right?" **Journal of Research on Technology in Education**. v.46, n.2, p. 103-128, 2013.

BRASIL. **Base nacional comum curricular**. 2. ed. Brasília, 2016.

BRASIL. Decreto n. 6.300, de 12 de dezembro de 2007. Dispõe sobre o Programa Nacional de Tecnologia Educacional -Proinfo.

BRASIL. Ministério da Educação e do Desporto. Portaria n. 522, de 09 de abril de 1997. Dispõe sobre a criação do Programa Nacional de Informática na Educação (Proinfo).

BRASIL. **Programa nacional de informática educativa**. 2. ed. Brasília: Proninfe, 1994.

BRASIL. **Resolução CNE/CP 1**. Brasília: Diário Oficial da União, 2002. 1 p.

BRASIL. **Resolução CNE**. Brasília: Diário Oficial da União, 2015.

BRILL, A. S. et al. Middle school teachers' evolution of TPACK understanding through professional development. In: ASEE's 123rd Annual Conference & Exposition. New Orleans. **Anais...** ASEE's 123rd Annual Conference & Exposition, 2016.

BULL, G., BELL, L. TPACK: A framework for the CITE. **Journal. Contemporary Issues in Technology and Teacher Education**. v.9, n.1, 2009.

BULL, G., et al. Editorial: Developing technology policies for effective classroom practice. **Contemporary Issues in Technology and Teacher Education**, v.7, n.3, p.129-139, 2007.

CABERO, J.; BARROSO, J. Formación del profesorado en TIC: una visión del modelo TPACK. **Cultura y Educación**. v.28, n.3, p.647-662, 2016.

_____. La formación del profesorado en TIC: Modelo TPACK (Conocimiento Tecnológico, Pedagógico y de Contenido). In: **Secretariado de Recursos Audiovisuales y Nuevas Tecnologías de la Universidad de Sevilla** (Org.). Sevilla: Publidisa S.A, 2014.

CARBOVÁ, A; BETÁKOVA, L. Using tools for measuring technological pedagogical content knowledge of english language

teachers. **Journal on Efficiency and Responsibility in Education and Science**. v.6, n.4, p.203-217, 2013.

CARDOSO, R.; SANTOS, O. V.; GATTI, D. C. Revisão sistemática de objetos de aprendizagem para o ensino de computação. In: X Conferência Latino-Americana de Objetos e Tecnologias de aprendizagem - CBIE-LACLO. 2015. Maceió. **Anais... X Conferência Latino-Americana de Objetos e Tecnologias de aprendizagem - CBIE-LACLO**, 2015. p.389-393.

CARLOS, V.; POMBO, L.; LOUREIRO, M. J. Desenvolvimento profissional docente e comunidades online: Conceção de uma Oficina de Formação no EduLab do AEGN (projeto AGIRE). In: III Congresso internacional das TIC na educação - ticEDUCA. 2014. Lisboa. **Anais... III Congresso Internacional das TIC na educação - ticEDUCA**, 2014. p.578-589.

CAVIN, R. M. **Developing technological pedagogical content knowledge in preservice teachers through microteaching lesson study**. 2007. Dissertação (Doutorado em Filosofia) - Florida State University Libraries. 2007.

CELIK, I.; SAHIN, I.; AKTURK, A. O. Analysis of the Relations among the Components of Technological Pedagogical and Content Knowledge (TPACK): A Structural Equation Model. **Journal of educational computing research**. v.51, n.1, p.1-22, 2014.

CERNY, R. Z.; ALMEIDA, J. N.; RAMOS, E. Continued teacher education for digital culture. **e-Curriculum**. v.2, n.12, 2014.

CHAI, C. S. Exploring the factor structure of the constructs of technological, pedagogical, content knowledge (TPACK). **The Asia-Pacific Education Researcher**. v.20, n.3, p.595-603, 2011.

_____ et al. Modeling primary school pre-service teachers' technological pedagogical content knowledge (TPACK) for meaningful learning with information and communication technology (ICT). **Computers & Education**. v.57, n.1, p.1184-1193, 2011.

_____; KOH, J. H. L.; TSAI, C. C. A Review of Technological Pedagogical Content Knowledge. **Educational Technology & Society**, v.16, n.2, p.31-51, 2013.

_____; KOH, J. H. L.; TSAI, C. C. A Review of the Quantitative measures of technological pedagogical content knowledge (TPACK). In: HERRING, M. C.; KORHLER, M. J.; MISHRA, P. (Org.). **Handbook of technological pedagogical content knowledge (TPACK) for educators**. New York: Routledge. 2016. p. 87-106.

_____; KOH, J. H. L.; TSAI, C. C. Exploring the factor structure of the constructs of technological, pedagogical, content knowledge (TPACK). **The Asia-pacific Education Researcher**. v.20, n.3, p.595-603, 2011.

_____; KOH, J. H. L.; TSAI, C. Facilitating Preservice Teachers' Development of Technological Pedagogical and Content Knowledge (TPACK). **Educational Technology & Society**. v.13, n.4, p.63-73, 2010.

CHALMERS, A. F. **O Que é Ciência, Afinal?** São Paulo: Editora Brasiliense, 1993.

CHANG, C. et al. MAGDAIRE: A model to foster pre-service teachers' ability in integrating ICT and teaching in Taiwan. **Australasian Journal of Educational Technology**. v.28, n.6, p.983-999, 2012.

CHEN, B.; WEI, B. Examining chemistry teachers' use of curriculum materials: in view of teachers' pedagogical content knowledge. **Chemistry Education Research and Practice**. v.16, p.260-272, 2015.

CHIEN, Y.; CHANG, C. Y. Developing Preservice Teachers' Sensitivity to the Interplay Between Subject Matter, Pedagogy, and ICTs. In: HSU, Y. S. (Org.). **DEVELOPMENT OF SCIENCE TEACHERS' TPACK**. Taipei, 2015. p.978-981.

_____. et al. Engaging Pre-Service Science Teachers to Act as Active Designers of Technology Integration: A MAGDAIRE Framework. **Teaching and Teacher Education**. v.28, n.4, p.578-588, 2012.

CHUI, H. L.; AU-YEUNG, H. K. C.; NAI-CHENG, G. Reflective practice with digital portfolio for teacher readiness and maturation of prospective teacher within the TPACK framework. In: LI, K. C. et al (Org.). **Technology in education: Transforming educational practices with technology**. Berlin: Springer Berlin Heidelberg, 2015. p.156-162.

CIBOTTO, R. A. G; OLIVEIRA, R. M. M. A. O conhecimento tecnológico e pedagógico do conteúdo (TPACK) na formação inicial do professor de matemática. In: VIII Encontro de Produção Científica e Tecnológica - EPCT. 2013. Campo Mourão. **Anais... VIII Encontro de Produção Científica e Tecnológica - EPCT**, 2013.

CIBOTTO, R. A. G; OLIVEIRA, R. M. M. A. TPACK – conhecimento tecnológico e pedagógico do conteúdo: Uma revisão teórica. **Imagens da Educação**, v. 7, n. 2, p. 11-23, 2017.

CID, M.; NETO, A. J. Dificuldades de aprendizagem e conhecimento pedagógico do conteúdo: O caso da genética. **ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS**, n. extra, VII Congresso, p. 1-5, 2005. Disponível em <http://ddd.uab.cat/pub/edlc/edlc_a2005nEXTRA/edlc_a2005nEXTRA_p270difapr.pdf>. Acesso em 15 nov. 2015.

CORDEIRO, A. M. et al. Revisão sistemática: uma revisão narrativa. **Revista do Colégio Brasileiro de Cirurgiões**. v.34, n.6, 2007.

COUTINHO, C. P. TPACK: Em busca de um referencial teórico para a formação de professores em tecnologia educativa. **Revista Científica de Educação a Distância**. v.2, n.4, p. 1-18, 2011.

COX, S. **A conceptual analysis of technological pedagogical content knowledge**. 2008, Dissertação (Doutorado em Filosofia) – Course of Philosophy, Brigham Young University. 2008.

_____; GRAHAM, C. R. Diagramming TPACK in practice: Using an elaborated model of the TPACK framework to analyze and depict teacher knowledge. **TechTrends**. v.53, n.5, p.60-69, 2009.

CROMPTON, H. Preparing teachers to use technology effectively using the technological, pedagogical, content knowledge (TPACK) framework. **Glokalde**. v.1,n.2, 2015.

DAMASCENO, H. L. C.; BONILLA, M. H. S.; PASSOS, M. S. C. Inclusão digital no Proinfo integrado: perspectivas de uma política governamental. **Inc. Soc.** v.5, n.2, p.32-42, 2012.

DANIEL, E. G. S. Be It Elementary or Tertiary Level of Biology that We Teach, We Need TPACK. In: DANIEL, E. G. S (Org.). **Biology Education and Research in a Changing Planet**. Singapore: Springer, 2015. p.215-225.

DAVIS, K. Qualitative theory and methods in Applied Linguistics research. **TESOL Quarterly**. v. 29, n.2, p. 427-453, 1995.

DAUD, Z.; DAUD, N.; ARI, Z. Undergraduate Primary School Teachers' Attitudes Toward Using ICT in Biology Courses. In: DANIEL, E. G. S. (Org.). **Biology Education and Research in a Changing Planet**. Singapore: Springer, 2015. p.61-70.

DEMIR, S. Two Inseparable Facets of Technology Integration Programs: Technology and Theoretical Framework. **Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education**, v.7, n.2, p.75-88, 2011.

DENG, F. et al. Examining the validity of the technological pedagogical content knowledge (TPACK) framework for preservice chemistry teachers. **Australasian Journal of Educational Technology**. v.33, n.3, 2017.

DEWEY, J. **The Child and the curriculum**. 3. Ed. The Unisersity of Chigago press, 1906. Disponível em: <<https://files.ucsd.edu/childhood/files/2013/05/dewey-childcurriculum.pdf>> Acesso em: 15 jan. 2017.

DOERING, A. et al. Using the technological, pedagogical, and content knowledge framework to design online learning environments and professional development. **Journal of Educational Computing Research**. v.41, p.319-346, 2009.

DOYLE, H. Building teacher educator TPACK: Developing leaders as a catalyst for change in ICT Education. In: ASCILITE. 2012. Wellington. **Anais...** Wellington: ASCILITE, 2012.

DRIEL, J. H.; VERLOOP, N.; VOS, W. Developing science teacher's pedagogical content knowledge. **Journal of Research in Science Teaching**. v.35, n.6, p.673-695, 1998.

DRIJVERS, P. et al. Digital Technology and Mid-Adopting Teachers' Professional Development: A Case Study. In: WILSON, A. C.; RO BUTTI, O.; SINCLAIR, N. **The Mathematics Teacher in the Digital Era: An International Perspective on Technology Focused Professional Development**. Springer Netherlands, 2014. p.189-212.

EMMOTT, S. **The 2020 Science**. Cambridge: Microsoft Research Cambridge, 2006.

ENGUITA, M. F. A la busca de un modelo profesional para la docência: liberal, burocrático o democrático? **Revista Iberoamericana de Educación**. n. 25, p.43-64, 2001.

ESPÍNDOLA, M. B. et al. **Curso de Especialização em Educação na Cultura Digital: Aprendizagem de Ciências no Ensino Fundamental e TDIC**. Brasília: MEC, 2014.

_____. **Inovações no Ensino de Ciências e Saúde: Análise de Experiências de Professores Universitários com o uso de Tecnologias da Informação e da Comunicação em suas Práticas Educativas**. 2010, Dissertação (Doutorado em Educação) - Universidade Federal do Rio de Janeiro. 2010.

ESTEVÃO, R. B.; PASSOS, G. O. **O programa nacional de tecnologia educacional (Proinfo) no contexto da descentralização da política educacional brasileira**. *Holos*. v.1, p.199-213, 2015.

ERTMER, P. A.; OTTENBREIT-LEFTWICH, A. T. Teacher technology change: How knowledge, confidence, beliefs, and culture intersect. **Journal of Research on Technology in Education**. v.42, n.3, p.255-284, 2010.

_____. Teacher pedagogical beliefs: The final frontier in our quest for technology integration? **Educational Technology Research and Development**. v.53, n.4, p.25-39, 2005.

FAIKHAMTA, C. The Development of In-service Science Teachers' Understandings of and Orientations to Teaching the Nature of Science within a PCK-Based NOS Course. **Res Sci Educ.** v.43, p.847-869, 2013.

FANTIN, M. **Mídia-educação: conceitos, experiências, diálogos.** Florianópolis: Cidade Futura, 2006

_____. Novo olhar sobre a mídia-educação. In: 28ª. Reunião Anual da ANPED, 2005, Caxambu. **Anais...** Caxambu:28ª. Reunião Anual da ANPED, 2005.

_____; RIVOLTELLA, P. C. Cultura digital e formação de professores: Usos da mídia, práticas culturais e desafios educativos. In: FANTIN, M.; RIVOLTELLA, P. C. (Org.) **Cultura digital e escola: Pesquisa e formação de professores.** Campinas: Papirus, 2013.

FINGER, G. et al. Developing Graduate TPACK Capabilities in Initial Teacher Education Programs: Insights from the Teaching Teachers for the Future Project. **Asia-Pacific Edu Res.** v.24, n.3, p.505-513, 2015.

_____; JAMIESON-PROCTOR, R.; ALBION, P. Beyond pedagogical content knowledge: The importance of TPACK for informing preservice teacher education in Australia. **Springer Berlin Heidelberg.** v.324, p.114-125, 2010.

FIGG, C.; JAIPAL, K.; FORSYTHE, J. **TPCK Representation illustrating how Technological Knowledge Influences CK, PK, TCK,** 2011. Disponível em: <http://www.handy4class.com/h4c2011/wp-content/uploads/2012/12/TPACK-visual-large.jpg>. Acesso em: 25 jun. 2017.

_____; JAIPAL, K. TPACK-in-Practice: Developing 21 st Century Teacher Knowledge. In RESTA, P. (Org.). **Proceedings of Society for Information Technology & Teacher Education International Conference.** Chesapeake: Association for the Advancement of Computing in Education, 2012. p.4683-4689.

_____.; JAIPAL, K. Using TPACK-in-Practice Workshops to Enable Teacher Candidates to Create Professional Development Workshops that Develop Tech-Enhanced Teaching. In: McBRIDE, R.; SEARSON,

M. (Org.). **Proceedings of Society for Information Technology & Teacher Education International Conference 2013**. Chesapeake: Association for the Advancement of Computing in Education (AACE), 2013. p.5040-5047.

FLICK, U. **Desenho da pesquisa qualitativa**. Porto Alegre: Artmed, 2009.

FREIRE, L. I. F.; FERNANDEZ, C. O professor universitário novato: tensões, dilemas e aprendizados no início da carreira docente. **Ciência e Educação**. v.21, n. 1, p. 255-272, 2015.

FUNKHOUSER, B. J.; MOUZA, C. Drawing on technology: An investigation of preservice teacher beliefs in the context of an introductory educational technology course. **Computers & Education**. v.62, p.271-285, 2013.

GALLEGO, M. J. A. La integración de las tecnologías de la información y la comunicación en los centros educativos. In: CEBRIÁN, M. de la S.; GALLEGO, M. J. A. (Org.). **Procesos educativos con TIC en la sociedad del conocimiento**. Madrid: Pirámide, 2011. p.33-44.

GALVÃO, C. M.; SAWADA, N. O.; TREVISAN, M. A. Revisão sistemática: recurso que proporciona a incorporação das evidências na prática da enfermagem. **Rev. Latino-am Enfermagem**. v.12, n.3, p.549-556, 2004.

GAO, P. et al. Developing a better understanding of technology based pedagogy. **Australasian Journal of Educational Technology**. v.25, n.5, p.714-730, 2009.

GARCIA, D.; DOMÍNGUEZ, A.; STIPCICH, S. El modelo TPACK como encuadre para enseñar electrostática con simulaciones. **Lat. Am. J. Phys. Educ.** v.8, n.1, p.81-90, 2014.

GESS-NEWSOME, J. Pedagogical Content knowledge: an introduction and orientation. In: GESS-NEWSOME, J.; LEDERMAN, N. G. (Org.). **Examining Pedagogical Content Knowledge**, Dordrecht, 1999. p.3-17.

GOUGH, D.; OLIVER, S.; THOMAS, J. **An Introduction to Systematic Reviews**. London: SAGE, 2012.

GRAHAM, C. R.; BORUP, J, SMITH.; N. Using TPACK as a framework to understand teacher candidates' technology integration decisions. **Journal of Computer Assisted Learning**. v.28, n.6, p.530-546, 2012.

_____ et al. TPACK development in Science Teaching: Measuring the TPACK confidence of inservice science teachers. **TechTrends**. v.53, n.5, p.70-79, 2009.

_____. Theoretical Considerations for Understanding Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK). **Computers & Education**. v.57, p.1953-1969, 2011.

GROSSMAN, P. L. Teacher knowledge. In: HUSEN, T.; POSTLETHWAITE, T. N. (Org.). **The international encyclopedia of education (2nd ed.)**. London, 1994.

_____. **The making of a teacher: teacher knowledge and teacher education**. New York: Teachers College Press, 1990.

_____; WILSON, S. M.; SHULMAN, L. Teachers of Substance: subject matter knowledge for teaching. In: MAYNARD, C.; REYNOLDS, M. (Org.). **Knowledge Base for the Beginning Teacher. For the American Association of Colleges for Teacher Education**. New York: Pergamon Press, 1989. p.23-36.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GUIMARÃES, K. et al. Relação entre herança genética, reprodução e meiose: Um estudo das condições das concepções de estudantes universitários do Brasil e Portugal. **Enseñanza de las ciências**. n. extra, VIII Congresso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, p. 2260 - 2263, 2009. Disponível em <<http://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/294291>>. Acesso em 12 out. 2015.

GÜR, H.; KARAMETE, A. A short review of TPACK for teacher education. **Educational Research and Reviews**. v.10, n.7, p.777-789, 2015.

GUZEY, S. S.; ROEHRIG, G. H. Teaching science with technology: Case studies of science teachers' development of technology, pedagogy, and content knowledge. **Contemporary Issues in Technology and Teacher Education**. v.9, n.1, p.25-45, 2009.

HANUSCIN, D. L.; LEE, M. H.; AKERSON, V. Elementary teachers' pedagogical content knowledge for teaching the nature of science. **Science Education**. v.95, n.1, p.145-167, 2010.

HAO, Y. The development of pre-service teacher's knowledge: A contemplative approach. **Computers in Human Behavior**. v.60, p.155-164, 2016.

HARRIS, J. et al. "Grounded" Technology Integration: Instructional Planning Using Curriculum-Based Activity Type Taxonomies. *Jl. of Technology and Teacher Education*, v.18, n.4, p.573-605, 2010.

_____; GRANDGENETT, N.; HOFER, M. Testing a TPACK-based technology integration assessment rubric. In MADDUX, C. D.; GIBSON, D.; DODGE, B. (Org.). **Research highlights in technology and teacher education**. Chesapeake: Society for Information Technology & Teacher Education, 2010, p.323-331.

_____; HOFER, M. Instructional planning activity types as vehicles for curriculum-based TPACK development. In: MADDUX, C. D. (Org.). **Research Highlights in Technology and Teacher Education**. Chesapeake: Society for Information Technology in Teacher Education; 2009. p.99-108.

_____; HOFER, M. Technological Pedagogical Content Knowledge in Action: A Descriptive Study of Secondary Teachers' Curriculum-Based, Technology-Related Instructional Planning. **Journal of Research on Technology in Education**. v.43, n.3, p.211-229, 2011.

_____; MISHRA, P.; KOEHLER, M. Teachers' technological pedagogical content knowledge and learning activity types: Curriculum-

based technology integration reframed. **Journal of Research on Technology in Education**. v.41, n.4, p.393-416, 2009.

_____; MISHRA, P; KOEHLER, M. Teachers' technological pedagogical content knowledge: Curriculum based technology integration reframed. In: Annual Meeting of the American Educational Research Association, 2007, Chicago. **Anais...** Chicago: Annual Meeting of the American Educational Research Association, 2007.

HENNESSY, S. et al. Pedagogical strategies for using the interactive whiteboard to foster learner participation in school science. **Learning, Media & Technology**. v.32, n.3, p.283-301, 2007.

HESS, R. Momento do diário e diário de momentos. In: SOUZA, E. C. de; BARRETO, M. H. M. (Org.). **Tempos, narrativas e ficções: A invenção de si**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2006, p.89-103.

HEW, K. F.; BRUSH, T. Integrating technology into K-12 teaching and learning: current knowledge gaps and recommendations for future research. **Education Tech Research Dev**. v.55, p.223-252, 2007.

HIGGIS, J.; GREEN, S. **Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions**. The Cochrane Collaboration, 2011. Disponível em: <<http://www.cochrane-handbook.org>>. Acesso em: 12 dez. 2016.

HILL, H.; BALL, D. L.; SCHILLING, S. Unpacking 'pedagogical content knowledge': conceptualizing and measuring teachers' topic-specific knowledge of students. **Journal for Research in Mathematics Education**. v.39, p.372-400, 2008.

HOFER, M.; GRANDGENETT, N. TPACK development in Teacher Education: A longitudinal Study of Preservice Teachers in a Secondary M.A.Ed. Program. **Journal of Research on Technology in Education**. v.45, n.1, p.83-106, 2014.

_____; HARRIS, J. Developing TPACK with Learning Activity Types. In: HOFER, M.; BELL, L.; BULL, G.(Ed). **Practitioner's Guide to Technology Pedagogy and Content Knowledge (TPACK)**. Waynesville: AACE, 2015, p.1-14.

_____; HARRIS, J. Differentiating TPACK development: Using learning activity types with inservice and preservice teachers. In: GIBSON, D.; DODGE, B. (Org.). Proceedings of Society for Information Technology & Teacher Education International Conference. 2010. Anais... Proceedings of Society for Information Technology & Teacher Education International Conference, 2010. p. 3857-3864.

HOHENFELD, D. P.; PENIDO, M. C. M; LAPA, J. M. A Formação do professor de física e as tecnologias da informação e comunicação. **Revista de Educação e Matemática**. v.2, n.1, p.31-44, 2012.

HSU, Y. S. **Development of science teachers' TPACK: East Asian practices**. Singapore: Springer. 2015. p.153

HUGHES, J. E.; SCHARBER, C. Leveraging the development of English-technology pedagogical content knowledge within the deictic nature of literacy. In: AACTE's Committee on Innovation and Technology (Org.). **Handbook of technological pedagogical content knowledge for educators**. NJ: Routledge, 2008. p.87-106.

IOANNOU, I.; ANGELI, C. Technological Pedagogical Content Knowledge as a Framework for integrating educational technology in the Teaching of Computer Science. In: ANGELI, C.; VALANIDES, N. (Org.). **Technological Pedagogical Content Knowledge: Exploring, developing and assessing TPCK**. New York: Springer, 2015. p.225-238.

JANG, S. J.; CHEN, K. C. From PCK to TPACK: Developing a transformative model for preservice science teachers. **Journal of Science Education and Technology**. v.19, n.6, p.553-564, 2010.

_____. Integrating the interactive whiteboard and peer coaching to develop the TPACK of secondary science teachers. **Computers & Education**. v.55, n.4, p.1744-1751, 2010.

_____; TSAI, M. F. Exploring the TPACK of Taiwanese elementary mathematics and science teachers with respect to use of interactive whiteboards. **Computers & Education**. n.59, v.2, p.327-338, 2012.

JEN, T. H. et al. Science teachers' TPACK-Practical: Standard-setting using an evidence-based approach. **Computers & Education**. v.95, p.45-62, 2016.

JIMOYANNIS, A.; TSIOTAKIS, P.; ROUSSINOS, D. Pedagogical and instructional design issues towards the integration of Web 2.0 tools in instruction Implications of teachers' training pilot courses in Greece. In: 7th International Conference on Next Generation Web Services Practices. 2011. Salamanca. **Anais...** Salamanca: 7th International Conference on Next Generation Web Services Practices, 2011. p.530-535.

_____. Designing and implementing an integrated technological pedagogical science knowledge framework for science teachers professional development. **Computers & Education**. v.55, n.3, p. 1259-1269, 2010a.

_____. Developing a Technological Pedagogical Content Knowledge Framework for Science Education: Implications of a Teacher Trainers' Preparation Program. In: COHEN, E. (Org.). **Proceedings of Informing Science & IT Education Conference (InSITE)**. 2010b. p.597-607.

KAFYULILO, A. **Practical Use of ICT in Science and Mathematics Teachers' Training at Dar es Salaam University College of Education: An Analysis of Prospective Teachers' Technological Pedagogical Content Knowledge**. 2010. 64 f. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica) - Faculty of Behavioural Science/Educational Science and Technology, University of Twente. Enschede, 2010.

_____; FISSER, P.; VOOGT, J. Teacher design in teams as a professional development arrangement for developing technology integration knowledge and skills of science teachers in Tanzania. **Education and Information Technologies**. v.21, n.2, p.301-318, 2016.

KELLY, M. Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK): A Content Analysis of 2006-2009 Print Journal Articles. In: GIBSON, D.; DODGE, B. (Org.). **Proceedings of Society for Information Technology & Teacher Education International Conference**. Chesapeake: Association for the Advancement of Computing in Education (AACE), 2010. p.3880-3888.

KINCHIN, I. Avoiding technology-enhanced non-learning. **British Journal of Educational Technology**. v.43, n.2, p.43-48, 2012.

KOBIATKO, M.; HALAKOVA, Z. Slovak high school students' attitudes to ICT using in biology lesson. **Computers in Human Behavior**. v.25, p.743-748, 2009.

KOH, J. H. L.; CHAI, C. S.; TAY, L.Y. TPACK-in-Action: Unpacking the contextual influences of teachers' construction of technological pedagogical content knowledge (TPACK). **Computers & education**. v.78, p.20-29, 2014.

_____; CHAI, C. S. Teacher clusters and their perceptions of technological pedagogical content knowledge (TPACK) development through ICT lesson design. **Computers & Education**. v.70, p.222-232, 2014.

_____; CHAI, C. S.; TSAI, C. C. Examining practicing teachers' perceptions of technological pedagogical content knowledge (TPACK) pathways: a structural equation modeling approach. **Instructional Science**. v.41, n.4, p.793-809, 2013.

_____; CHAI, C. S; TSAI, C. C. Examining the technological pedagogical content knowledge of Singapore pre-service teachers with a large-scale survey. **Journal of Computer Assisted Learning**. v.26, n.6, p.563-573, 2010.

_____; DIVAHAN, S. Developing pre-service teachers' technology integration expertise through the TPACK-developing instructional model. **Journal of Educational Computing koehler Research**. v.44, n.1, p.35-58, 2011.

KOEHLER, M. J. et al. Deep-play: Developing TPACK for 21st century teachers. **International Journal of Learning Technology**. v.6, n.2, p.146-163, 2011.

_____. et al. The Technological Pedagogical Knowledge Framework. In: SPECTOR, J. M. et al (Org.). **Handbook of Research on Educational Communications and Technology**. New York: Springer, 2014. p.101-111.

_____; MISHRA, P. Introducing Technological Pedagogical Knowledge. In: AACTE (Org.). **The handbook of technological pedagogical content knowledge for educators**. New York: MacMillan, p.3-30, 2008.

_____; MISHRA, P.; CAIN, W. What is technological pedagogical content knowledge (TPACK)? **Journal of Education**. v.193, n.3, p. 13-19, 2013.

_____; MISHRA, P.; YAHYA, K. Tracing the development of teacher knowledge in a design seminar: Integrating content, pedagogy and technology. **Computers & Education**. v.49, n.3, p.740-762, 2007.

_____; MISHRA, P. What happens when teachers design educational technology? The development of Technological Pedagogical Content Knowledge. **Journal of Educational Computing Research**. v.32, n.2, p.131-152, 2005.

_____: MISHRA, P. What is technological pedagogical content knowledge? **Contemporary Issues in Technology and Teacher Education**, v.9, n.1, p.60-70, 2009.

_____; SHIN, T. S.; MISHRA, P. How do we measure TPACK? Let me count the ways. In: RONA, R. N.; RAKES, C. R.; NIESS, M. L. (Org.). **Educational technology, teacher knowledge, and classroom impact: A research handbook on frameworks and approaches**. Hersey: IGI Global, 2012. p.16-31.

KRAMARSKI, B.; MICHALSKY, T. Preparing preservice teachers for self-regulated learning in the context of technological pedagogical content knowledge. **Learning and Instruction**. v.20, n.5, p.434-447, 2010.

KUHN, T. S. **A estrutura das Revoluções Científicas**. São Paulo: Perspectiva, 2000.

LARANJA, M.; SIMÕES, V. C.; FONTES, M. **Inovação tecnológica-experiências das empresas portuguesas**. Lisboa: Texto, 1997.

LARROSA, J. **Pedagogia profana: danças, piruetas e mascaradas**. Porto Alegre: Contrabando, 1998.

LEDERMAN, N.G. Nature of science: Past, present, and future. In: ABELL, S. K.; LEDERMAN, N. G. (Org.). **Handbook of research in science education**. New Jersey: Lawrence Erlbaum Publishers, 2007. p.831-879.

_____; GESS-NEWSOME, J. L. M. S. The nature and development of preservice science teachers' conceptions of subject matter and pedagogy. **Journal of Research in Science Teaching**. v.31, n.2, p.129-146, 1994.

_____.; LEDERMAN, J. S.; ANTINK, A. Nature of science and scientific Inquiry as contexts for the learning of science and achievement of scientific literacy. **International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology**. v.1, n.3, p.138-147, 2013.

LEE, C. J.; KIM, C. An implemetation study of a TPACK-based instructional design model in a technology integration course. **Educational Technology Research and Development**. v.62, n.4, p.437-460, 2014.

LEE, E. et al. Assessing beginning secondary science teachers' PCK: Pilot year results. **School Science and Mathematics**. v.107, p.52-60, 2007.

LEE, M. H.; TSAI, C. C. Exploring teachers' perceived self efficacy and technological pedagogical content knowledge with respect to educational use of the World Wide Web. **Instructional Science**. v.38, n.1, p.1-21, 2010.

LEME, T. N. **Os conhecimentos práticos dos professores: (re)abrindo caminhos para a educação ambiental na escola**. São Paulo: Annablume, 2006.

LEÓN, R. C.; GÁMEZ, A. N.; OSUNA, J. B. Las competencias del professorado universitario desde el modelo TPACK (Conocimiento tecnológico y pedagógico del contenido). **Revista de Medios y Educación**. n.49, p.105-119, 2016.

LIBÂNEO, J. C. **Didática**. 13. Ed. São Paulo: Cortez, 1994.

LIM, C. P.; CHAI, C. S. Teachers' pedagogical beliefs and their planning and conduct of computer-mediated classroom lessons. **British Journal of Educational Technology**. v.39, n.5, p.807-828, 2008.

LIN, T. C. et al. Identifying science teachers' perceptions of technological pedagogical and content knowledge (TPACK). **Journal of Science Education and Technology**. v.22, n.3, p.325-336, 2013.

LISTER, M. et al. **New Media: A critical introduction**. 2.ed. New York: Routledge, 2009.

LOPES, R. P.; FÜRKOTTER, M. O currículo das licenciaturas de universidades públicas brasileiras e a formação para o uso das TDIC. In: Colóquio luso brasileiro sobre questões curriculares. 2010. Porto. **Anais...** Porto: Colóquio luso brasileiro sobre questões curriculares, 2010. p.4273-4284.

LOZANO, D. L. P.; PENAGOS, W. M. M. El PCK, un espacio de diversidad teórica: Conceptos y experiencias unificadoras en relación con la didáctica de los contenidos en química. **Educación química**. v.25, n.3, 2014.

LU, L. **Learning by design: Technology preparation for "digital native" preservice teachers**. 2014. Dissertação (Doutorado em Filosofia) - Syracuse University, New York, 2014.

MAGNUSSON, S.; KRAJCIK, J.; BORKO, H. Nature, sources, and development of pedagogical content knowledge for science teaching. In: GESS-NEWSOME, J, LEDERMAN, N. PCK and Science Education. New York: Kluwer Academic Publishers; 1999. p.95-132.

MALAQUIAS, A.; PEIXOTO, J. Formação de professores para o uso de tecnologias na educação: A visão dos professores do estado de Goiás. **Ciclo Revista**. p.1-7, 2016.

MANEVY, A. Política da cultura digital. In: SAVAZONI, R.; COHN, S. (Org.). **Cultura digital.br**. Rio de Janeiro: Beco do Azougue, 2009. p.34-43.

MARCON, D.; GRAÇA, A. B. S.; NASCIMENTO, J. V.

Reinterpretação da estrutura teórico-conceitual do conhecimento pedagógico do conteúdo. **Rev. Bras. Educ. Fís. Esporte.** v.25, n.2, p.323-339, 2011.

MARGERUM-LEYS, E.; MARX, R. W. Teacher Knowledge of Educational Technology: A Case Study of Student/Mentor Teacher Pairs. **Journal of Educational Computing Research.** v.24, n.4, p.427-462, 2002.

MARINHO, S. P. P.; MARINHO, A. **Curso de Especialização em Educação na Cultura Digital: Aprendizagem de Biologia no Ensino Médio e TDIC.** Brasília: MEC, 2014.

_____. **As tecnologias digitais no currículo da formação inicial de professores da educação básica: O que pensam alunos de licenciaturas.** Belo Horizonte, 2008.

MATHEUS, M. C. C. Metassíntese qualitativa: desenvolvimento e contribuições para a prática baseada em evidências. In: XIV Congresso Brasileiro de Enfermagem em Nefrologia e I Simpósio Internacional de Enfermagem em Nefrologia. 2009. **Anais...** XIV Congresso Brasileiro de Enfermagem em Nefrologia e I Simpósio Internacional de Enfermagem em Nefrologia, 2009.

MARTÍNEZ, S. M.; PERINI, L. **Química 2.** 1ª edição. Buenos Aires: Educ.ar S.E, 2012.

MAZON, M. J. S. **TPACK Conhecimento Pedagógico de Conteúdo Tecnológico): Relação com as diferentes gerações de professores de Matemática.** 2012. Dissertação (Mestrado em Educação para Ciência) – Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2012

McCRORY, R. Science, technology, and teaching: The topic-specific challenges of TPCK in science. In: AACTE Committee on Innovation and Technology (Org.). **Handbook of Technological Pedagogical Content Knowledge (TPCK) for Educators.** New York: Routledge for the American Association of Colleges for Teacher Education, 2008. p.193-206.

MISHRA, P.; KOEHLER, M.; KERELUIK, K. The song remains the same: Looking back to the future of educational technology. **TechTrends**. v.53, n.5, p.48-53, 2009.

_____; KOEHLER, M. Technological Pedagogical Content Knowledge: A Framework for teacher Knowledge. **Teachers College Record**. v.108, n.6, p.1017-1054, 2006.

MIZUKAMI, M. G. N. Aprendizagem da docência: algumas contribuições de L. S. Shulman. **Educação**. v.29, n.2, p.33-49, 2004.

MORAIS, C. J.; CIBOTTO, R. A. G. Ensino de matemática com tecnologias da informação e comunicação: desvendando ângulos suplementares e complementares. In: XII Encontro Nacional de Educação Matemática, 2016. **Anais... XII Encontro Nacional de Educação Matemática, 2016**. Disponível em: <http://www.sbem.com.br/enem2016/anais/pdf/7414_3127_ID.pdf>. Acesso em 12 out 2017.

MOREIRA, M. A.; GOROSPE, J. M. C. Las TIC entran en las escuelas: nuevos retos educativos, nuevas prácticas docentes. In: PONS, J. P. et al. (Org.). **Políticas educativas y buenas prácticas con TIC**. Barcelona: Graó, 2010, p.43-80.

MOUZA, C.; WONG, W. Studying Classroom Practice: Case Development for Professional Learning in Technology Integration. **Jl. of Technology and Teacher Education**. v.17, n.2, p.175-202, 2009.

MUNZLINGER, E.; NARCIZO, F. B.; QUEIROZ, J. E. R. Sistematizações de revisões bibliográficas em pesquisas da área de IHC. In: Companion proceedings of the 11th Brazilian symposium on human factors in computing systems. 2012. Porto Alegre. **Anais... Companion proceedings of the 11th Brazilian symposium on human factors in computing systems, 2012**. p.51-54.

NAI-CHENG, K. Action Research for Improving the Effectiveness of Technology Integration in Preservice Teacher Education. **Inquiry in education**. v.6, n.1, 2015.

NASCIMENTO, M. G. A formação continuada dos professores: modelos, dimensões e problemática. In: CANDAU, V. M. (Org.). **Magistério - Construção Cotidiana**. Petrópolis: Vozes, 1997.

NEWMAN, B.; CONRAD, K. K. **A framework for characterizing knowledge management methods, practices, and technologies**. George Washington University Course, Washington, Spring 1999. Disponível em: <<http://www.km-forum.org/KM-CharacterizationFramework.pdf>>. Acesso em: 16 out. 2017.

NIESS, M. L. et al. Mathematics Teacher TPACK Standards and Development Model. **Contemporary Issues in Technology and Teacher Education**. n.1, 2009.

_____. Central component descriptors for levels of technological pedagogical content knowledge. **Journal of Educational Computing Research**, v.48, n.2, p.173–198, 2013.

_____. Investigating TPACK: Knowledge growth in teaching with technology. **Journal of Educational Computing Research**. v.44, n.3, p.299-317, 2011.

NIESS, M. L. Mathematics Teachers Developing Technological Pedagogical Content Knowledge (TPCK). In: Paper presentation for IMICT2007. 2007. Boston. **Anais... IMICT2007**, 2007.

_____. Preparing teachers to teach mathematics with technology. **Contemporary Issues in Technology and Teacher Education**. v.6, n.2, p.195-203, 2006.

_____. Preparing teachers to teach science and mathematics with technology: Developing a technology pedagogical content knowledge. **Teaching and Teacher Education**. v.21, n.5, p.509-523, 2005.

_____. Transforming teachers' knowledge: Learning trajectories for advancing teacher education for teaching with technology. In: ANGELI, C.; VALANIDES, N. (Org.). **Technological pedagogical content knowledge**. New York, 2015. p.19-37.

NORSTRÖM, P. How technology teachers understand technological knowledge. **International Journal of Technology and Design Education**. v.24, n.1, p.19-38, 2014.

OLIVEIRA, L. R.; CAMPOS, A. F. Objectos de Aprendizagem: Conteúdos Educativos para o E-learning: In: PARASKEVA, J. M.; OLIVEIRA, L. R. (Org.). **Currículo e Tecnologia Educativa**, 2008. p.191-230.

OLIVEIRA, M. A. A teoria da educação no conflito das racionalidades. **Educação em Debate**. v.14, n.2, p.1-19, 1987.

OLIVEIRA, M. M.; ESPÍNDOLA, M. B.; SILVA, H. C. Diálogo conteúdo-pedagogia-tecnologia na especialização educação na cultura digital: uma análise dos núcleos específicos de Ciências. In: IV Seminário Web Currículo e XII Encontro de Pesquisadores em Currículo, 2015. São Paulo. **Anais... IV Seminário Web Currículo e XII Encontro de Pesquisadores em Currículo**, 2015.

OKOJIE, M.; OLINZOCK, A.; OKOJIE-BOULDER, T. The pedagogy of technology integration. **Journal of Technology Studies**. v.32, n.2, p.66-71, 2006.

OLOFSON, M. W.; SWALLOW, M. J. C.; NEUMANN, M. D. TPACKing: A construtivist framing of TPACK to analyze teachers' construction of knowledge. **Computers & Education**. v.95, p.188-201, 2016.

OSÓRIO, C. O. M. La educación científica y tecnológica desde el enfoque en Ciencia, Tecnología y Sociedad: aproximaciones y experiencias para la educación secundaria. **Revista Ibero-Americana de Educação**. n.28, p.61-81, 2002.

OWUSU, K. A. Assessing New Zealand high school science teachers' Technological pedagogical content knowledge. 2014, 273 f.. Dissertação (Doutorado em Educação) - University of Canterbury. 2014.

PALIS, G. R. O conhecimento tecnológico, pedagógico e do conteúdo do professor de Matemática. **Educ. Matem. Pesq.** v.12, n.3, p.432-451, 2010.

PAMUK, S. Understanding preservice teachers' technology use through TPACK framework. **Journal of Computer Assisted Learning**. v.28, n.5, p.425-439, 2012.

PARK, S. et al. Is Pedagogical Content Knowledge (PCK) Necessary for Reformed Science Teaching?: Evidence from an Empirical Study. **Research in Science Education**. v.41, p.2, p.245-260, 2011.

_____; OLIVER, J. S. Revisiting the conceptualisation of pedagogical content knowledge (PCK): PCK as a conceptual tool to understand teachers as professionals. **Research in Science Education**. v.38, n.3, p.261-286, 2008.

PEKER, M. The Use of Expanded microteaching for reducing preservice teachers' teaching anxiety about mathematics. **Scientific Research and Essay**. v.4, n.9, p.872-880, 2009.

PEREIRA, J. E. D. **Formação de professores: pesquisa, representações e poder**. 2. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2006.

PERISSÉ, A. R. S.; GOMES, M. M.; NOGUEIRA, S. A. Revisões sistemáticas (inclusive metanálises) e diretrizes clínicas. In: GOMES, M. M. (Org.). **Medicina baseada em evidências: princípios e práticas**. Rio de Janeiro: Reichmann & Affonso, 2001. p.131-148

PIERSON, M. Technology integration practice as a function of pedagogical expertise. **Journal of Research on Computing in Education**. v.33, n.4, p.413-430, 2001.

PINHEIRO, N. A. M.; SILVEIRA, R. M. C. F.; BAZZO, W. A. Ciência, Tecnologia e Sociedade: a relevância do enfoque CTS para o contexto do Ensino Médio. **Ciência e educação**. v.13, n.1, p.71-84, 2007.

PINTO, A. V. **O conceito de Tecnologia**. Rio de Janeiro: Contraposto, 2005.

POLLY, D. et al. Evidence of impact: Transforming teacher education with preparing tomorrow's teachers to teach with technology (PT3) grants. **Teaching and Teacher Education**. v.26, n.4, p.863-870, 2010.

PORRAS-HERNANDEZ, B.; SALINAS-AMESCUA, B. Strengthening TPACK: a broader notion of context and the use of teacher's narratives to reveal knowledge construction. **Journal of Educational Computing Research**. v.48, n.2, p.223-244, 2013.

POZO, J. I.; CRESPO, M. A. G. **A aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

PRETTO, N. L.; ASSIS, A. Ensaio: cultura digital e educação: redes já! In: PRETTO, N. L., SILVEIRA, S. A. (Org.). **Além das redes de colaboração: internet, diversidade cultural e tecnologias do poder**. Salvador: EDUFBA, 2008. p. 75-83.

RAMOS, A.; FARIA, P. M.; FARIA, A. Revisão sistemática de literatura: contributo para a inovação na investigação em Ciências da Educação. **Rev. Diálogo Educ**. v.14, n.41, p.17-36, 2014.

RAMOS, E. M. F.; REICHERT, C.; CAVELLUCCI, L. C. B. **Formação de Educadores na Cultura Digital**. Florianópolis: Proinfo, 2014. Disponível em:
<http://catalogo.educacaonaculturadigital.mec.gov.br/hypermedia_files/ive/formacao_de_educadores_na_cultura_digital/folha-de-rosto.html>. Acesso em: 15 jun 2016.

ROBERTSON, T. When Outcomes Attack: Technology Introduction Decisions Focusing on Results Instead of Uses through the TPACK Educator Knowledge Model. In: MCFERRIN, K. et al (Org.). **Proceedings of Society for Information Technology & Teacher Education International Conference 2008**. Chesapeake: Association for the Advancement of Computing in Education (AACE), 2008, p.2217-2222.

ROSENBERG, J. M.; KOEHLER, M. J. Context and Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK): A Systematic Review. **Journal of Research on Technology in Education**. v.47, n.3, p.186-210, 2015.

ROTHER, E. T. Revisão sistemática x revisão narrativa. **Acta Paulista de Enfermagem**. v.20, n.2, 2007.

RIBEIRO, E. S.; JESUS, E. M. A viabilidade da formação de professores utilizando modelo TPACK para o uso das tecnologias. In: II Jornada Baiana de Pedagogia. 2015. Ilhéus. **Anais... II Jornada Baiana de Pedagogia**, 2015.

RUBERG, L. F. Transferring smart e-learning strategies into online graduate courses. In: Vladimir, L.; Uskov, R. J.; Howlett, Lakhmi C. J. (Org.). **Smart education and smart e-learning**. New York: Springer, 2015.

RUTHVEN, K. Frameworks for analysing the expertise that underpins successful integration of digital technologies into everyday teaching practice. In: Annual Meeting of the American Educational Research Association. 2013. **Anais... Annual Meeting of the American Educational Research Association**, 2013.

SALVADOR, D. F.; ROLANDO, L. G. R.; ROLANDO, F. R. Aplicação do modelo de conhecimento tecnológico, pedagógico do conteúdo (TPCK) em um programa on-line de formação continuada de professores de Ciências e Biologia. **Revista electrónica de investigación en educación en ciencias**. v.5, n.2, 2010.

SAMPAIO, M. N.; LEITE, L. S. **Alfabetização Tecnológica do Professor**. Petrópolis: Vozes, 1999.

SAMPAIO, P. A. S. R.; COUTINHO, C. P. O professor como construtor do currículo: integração da tecnologia em atividades de aprendizagem de matemática. **Revista Brasileira de Educação**. v.20, n.62, p.635-661, 2015.

SAMPAIO, R. F.; MANCINI, M. C. Estudos de revisão sistemática: um guia para síntese criteriosa da evidência científica. **Rev. bras. fisioter.** v.11, n.1, p.83-89, 2007.

SANAVRIA, C. Z.; MORELATTI, M. R. M. Formação Continuada de Professores de Matemática com Enfoque Colaborativo: Contribuições para o Uso Reflexivo dos Recursos da Web 2.0 na Prática Pedagógica. In: III Congresso Internacional TIC e Educação (TICEduca). 2014. Lisboa. **Anais... Lisboa: III Congresso Internacional das TIC na Educação**, 2014. v.1. p.515-522.

SANDELOWSKI, M.; DOCHERTY, S.; EMDEN, C. Focus on qualitative methods. *Qualitative Metasynthesis: issues and techniques*. **Res Nurs Health**. v.20, n.4, p.365-371, 1997.

SANG, G et al. Validation and profile of Chinese preservice teachers' technological pedagogical content knowledge scale. **Asia-Pacific Journal of Teacher Education**. v.44, n.1, p.49-65, 2016.

SCHMIDT, D. A. et al. Technological pedagogical content knowledge (TPACK): The development and validation of an assessment instrument for pre-service teachers. **Journal of Research on Technology in Education**. v.42, p.123-149, 2009.

SCHNEIDER, R. M. Pedagogical content knowledge reconsidered: A teacher educator's perspective. In: BERRY, A.; FRIEDRICHSEN, P.; LOUGHRAM, J. (Org.). **Re-examining pedagogical content knowledge in science education**, London: Routledge. 2015. p.162-177.

SEGALL, A. Revisiting pedagogical content knowledge: the pedagogy of content/the content of pedagogy. **Teaching and Teacher Education**, v.20, n. 5, p.489-504, 2004.

SEUFERT, S. et al. Teaching Information Literacy in Secondary Education: How to Design Professional Development for Teachers? In: UDEN, L.; LIBERONA, D.; FELDMANN, B. (Org.). **Learning Technology for Education in Cloud: The Changing Face of Education. 5^o International Workshop, LTEC 2016**. Hagen: Springer International Publishing Switzerland, 2016. p. 235-249.

SHEFFIELD, R. et al. Teacher education students using TPACK in science: a case study. **Educational Media International**. v.52, p.227-238, 2015.

SHINAS, V. H. et al. Examining domains of technological pedagogical content knowledge using factor analysis. **Journal of Research on Technology in Education**. v.45, n.4, p.339-360, 2013

SHIN, T. et al. Changing technological pedagogical content knowledge (TPCK) through course experiences. In: Crawford, C. et al. **Proceedings of society for information technology and teacher education international conference**. p.4152-4159, Chesapeake, 2009.

SHULMAN, L. S. Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. **Harvard Educational Review**. v.57, p.1-22, 1987.

_____. Those who understand: Knowledge growth in teaching. **Educational Researcher**. v.15, p.4-14, 1986.

SICKEL, A. F. et al. Examining PCK research in the context of current policy initiatives. In: BERRY, A.; FRIEDRICHSEN, P.; LOUGHRAN, J. (Org.). **Re-examining pedagogical content knowledge in science education**. New York: Routledge, 2015.

SILVA, G. C. Tecnologia, educação e tecnocentrismo: as contribuições de Álvaro Vieira Pinto. **Rev. bras. Estud. pedagog.** v.94, n.238, p.839-857, 2013.

SLYKHUIS, D. A.; LEE, J. K. Using two frameworks to promote e-leadership and teacher development. In: HUANG, R.; KINSHUK ; PRICE, J. K. (Org.). **ICT in Education in Global Context: Comparative reports of innovations in k-12 education**. New York: Springer Heidelberg New York, 2016. p.233-248.

SOARES, R.; POMBO, L.; LOUREIRO, M. J. Formação contínua de professores numa Wiki: análise exploratória da dinâmica interativa e colaborativa. In: III Congresso internacional das TIC na educação - ticEDUCA. 2014. Lisboa. **Anais... III Congresso Internacional das TIC na educação - ticEDUCA**, 2014. p.567-577.

SO, H.; KIM, B. Learning about problem based learning: Student teachers integrating technology, pedagogy and content knowledge. **Australasian Journal of Educational Technology**, v.25, n.1, p.101-116, 2009.

STAHL, M. M. Formação de professores para uso das novas tecnologias de comunicação e informação. In: CANDAU, V. M. (Org.). **Magistério: construção cotidiana**. Petrópolis: Editora Vozes, 1997.

STIPCICH, S.; SANTOS, G. **Física 2**. 1ª ed. Buenos Aires: Educ.ar S.E, 2012.

STRAUSS, A. L.; CORBIN, J. **Basics of qualitative research: grounded theory procedures and techniques**. 2 ed. Thousand Oaks: Sage, 1998.

SUÁREZ, D. **El saber de la experiencia. Maestros, narrativas y nuevas perspectivas para la formación docente continua**. Buenos Aires: Universidad de Buenos Aires, 2007.

SUAREZ, D.; DÁVILA, P.; FUENTE, L. O. Narrativas docentes y prácticas escolares escolares. Hacia la reconstrucción de la memoria pedagógica y el saber profesional de los docentes. **Revista Eletronica: Documentación Pedagógica y memoria docente**. n.14, p.1-10, 2007.

SYH-JONG, J.; KUAN-CHUNG, C. From PCK to TPACK: Developing a Transformative Model for Pre-Service Science Teachers. **Journal of Science Education and Technology**. v.19, p. 553-564, 2010.

TAI, S. D.; CHUANG, H. -H. TPACK-in-Action: An Innovative Model to Help English Teachers Integrate CALL. In: The 20th International Conference on Computers in Education, ICCE 2012, Singapore. **Anais...** p.1-5.

_____. **From TPACK-in-Action Workshops to English Classrooms: CALL Competencies Developed and Adopted into Classroom Teaching**. 2013. 251 f.. Dissertação (Doutorado em Filosofia) - Iowa State University. Ames, 2013.

TAMIR, P. Subject matter and related pedagogical knowledge in teacher education. **Teaching and Teacher Education**. v.4, p.99-110, 1988.

TEE, M.; LEE, S. From socialisation to internalisation: Cultivating technological pedagogical content knowledge through problem-based learning. **Australasian Journal of Educational Technology**. v.27, n.1, p.89-104, 2011.

TELLES, J. A. “É pesquisa é? Ah, não quero, não, bem!” Sobre pesquisa acadêmica e sua relação com a prática do professor de línguas. **Linguagem & Ensino**. v.5, n.2, p.91-116, 2002.

TERPSTRA, M. TPACKtivity: An activity-Theory Lens for examining TPACK development. In: ANGELI, C.; VALAMIDES, N. (Org.).

Technological pedagogical content knowledge: Exploring, developing, and assessing TPACK. New York:Springer, 2015. p. 63-88.

THOMPSON, A.; BULL, G.; WILLIS, J. **Statement of Basic Principles and Suggested Actions ('Ames White Paper')**. Society for Information Technology & Teacher Education. 2002. Disponível em: <<https://aace-site-static.s3.amazonaws.com/wp-content/uploads/2015/02/AmesWhitePaper.pdf?x51956>>. Acesso em 12 fev. 2016.

_____; MISHRA, P. Breaking news: TPACK becomes TPACK! **Journal of Computing in Teacher Education.** v.24, n.2. p.38-64, 2007.

TOIT, J. D. **Teacher training and usage of ICT in education: New directions for the UIS global data collection in the post-2015 context.** Paris: United Nations Educational,Scientific and Cultural Organization, 2015.

TONDEUR, J., et al. Preparing pre-service teachers to integrate technology in education: a synthesis of qualitative evidence. **Computers & Education.** v.59, p.134-144, 2012.

TOULMIN, S. **La comprensión humana.** Alianza Editorial. Madrid, 1977.

TWINING, P.; HENRY, F.“Enhancing ‘ICT Teaching’ in English Schools: Vital Lessons”. **World Journal of Education.** v.4, n.2, 2014.

VALENTE, J. A. A telepresença na formação de professores da área de informática em educação: Implantando o construcionismo contextualizado. In: IV Congresso RIBIE, 1998, Brasília. **Anais...** Brasília: IV Congresso RIBIE, 1998a. p.1-17. Disponível em <https://www.researchgate.net/profile/Jose_Valente/publication/242296300_A_TELEPRESENA_NA_FORMAO_DE_PROFESSORES_DA_REA_DE_INFORMTICA_EM_EDUCAO_implantando_o_construcionis_mo_contextualizado/links/5502e9280cf2d60c0e64bfe1.pdf>. Acesso em 20 fev. 2016.

_____; ALMEIDA, F. J. Visão analítica da informática na educação no Brasil: a questão da formação do professor. **Revista Brasileira de Informática na Educação.** n.1, p.1-28, 1997.

_____. **Computadores e conhecimento: repensando a educação**. Campinas: Unicamp/Nied, 2. Ed., 1998b.

_____; MARTINS, M. C. O programa um computador por aluno e a formação de professores das escolas vinculadas à Unicamp. **Revista GEMInIS**. v.2, n.1, p.116-136, 2011.

VELASQUEZ, A. **The Design of a blended approach for teaching the TPACK framework in a technology integration course**. 2009. Dissertação (Mestrado de Ciências) - Department of Instructional Psychology and Technology, Brigham Young University, Provo, 2009.

VILA, R. R.; LUEG, C. F. Conocimiento tecnológico, pedagógico y disciplinario del profesorado: el caso de un centro educativo inteligente. **EDUTEC. Revista electrónica de Tecnología educativa**. n.47, p.1-17, 2014.

VOOGT, J. et al. Challenges to learning and schooling in the digital networked world of the 21st century. **Journal of Computer Assisted Learning**. v.29, n.5, p.403-413, 2013a.

_____ et al. Technological pedagogical content knowledge - a review of the literature. **Journal of Computer Assisted Learning**. v.29, n.2, p.109-121, 2013b.

_____ et al. Under which conditions does ICT have a positive effect on teaching and learning? A Call to Action. **Journal of Computer Assisted Learning**. v.29, n.1, p.4-14, 2013c.

YEH, Y. et al. Developing and validating technological pedagogical content knowledge-practical (TPACK -practical) through the Delphi survey technique. **British journal of educational technology**. v.45, n.4, p.707-722, 2014.

YIGIT, M. A Review of the Literature: How Pre-service Mathematics Teachers Develop Their Technological, Pedagogical, and Content Knowledge. **International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology**. v.2, n.1, p.26-35, 2014.

YOUNG, J. R. **Implications for Integrating the Interactive Whiteboard and Professional Development to Expand Mathematics Teachers TPACK in an Urban Middle School**. 2011. 159 f. Dissertação (Doutorado em Filosofia) - Texas A&M University. 2011.

WANG, Q.; WOO, H. L. Systematic Planning for ICT Integration in Topic Learning. **Educational Technology & Society**. v.10, n.1, p.148-156, 2007.

WILSON, S.; SHULMAN, L.; RICHERT, A. "150 different ways" of knowing: representations of knowledge in teaching. In: CALDERHEAD, J. (Org.). **Exploring teachers' thinking**. New York: Taylor and Francis, 1987. p. 104-124.

WU, Y. T. 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**. v.44, n.3, p.73-76, 2013.

ZABALZA, M. A. **Diários de aula - Um instrumento de pesquisa e de desenvolvimento profissional**. Tradução: Ernani Rosa. Porto Alegre: Artmed, 2004.

ZANKER, J. H.; MALLETT, R. **How to do a rigorous, evidence focused literature review in international development: A Guidance Note**, 2013. Disponível em: <<http://www.alnap.org/pool/files/8572.pdf>>. Acesso em: 11 de fev. 2017.