O MODELO TPACK NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE CIÊNCIAS: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA

Karen Adrielle de Faria SILVA, Universidade Estadual de Campinas- UNICAMP

Marcelo Alves BARROS, Universidade de São Paulo- USP São Carlos

Eixo temático 06: Tecnologias e Cultura Digital na Educação

Agência Financiadora: Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico- CNPq

Karenafsilva@gmail.com

Resumo

Este artigo apresenta uma Revisão Sistemática da Literatura sobre o uso do modelo TPACK em pesquisas qualitativas e quali-quantitativas voltadas à formação de professores de Ciências, publicadas entre 2014 e 2024. A análise concentra-se em estudos que investigam o desenvolvimento dos conhecimentos tecnológico, pedagógico e de conteúdo em diferentes contextos formativos, especialmente em pesquisas que articulam TDIC e metodologias ativas, com ênfase nos delineamentos metodológicos, procedimentos de análise de dados e contribuições para a compreensão do desenvolvimento docente. Foi possível identificar dois focos principais: o uso do TPACK como referencial analítico do desenvolvimento docente e como base para intervenções formativas mediadas por TDIC. Observa-se o predomínio de pesquisas voltadas à formação inicial de professores, com foco na investigação de práticas, percepções e experiências formativas. Os resultados evidenciam contribuições do modelo para análises mais contextualizadas sobre a integração entre tecnologia, pedagogia e conteúdo, mas também apontam limitações relacionadas ao uso fragmentado do TPACK. Além disso, observa-se uma lacuna relacionada articulação explícita entre TPACK, TDIC e metodologias ativas, evidenciando a necessidade de investigações que explorem essas relações na formação docente.

Palavras-chave: Formação de professores. TPACK. Metodologias ativas.

1. Introdução

A popularização da Internet e os avanços tecnológicos têm possibilitado o surgimento contínuo de novas ferramentas digitais, adaptadas às demandas de cada contexto histórico e educacional (Kenski, 2007). Nesse cenário, observa-se um crescente movimento de incorporação das Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC) na educação (Goulart; Pastorio; Vidmar, 2023).

No ensino de Ciências, as TDIC apresentam potencial para favorecer práticas pedagógicas mais interativas, colaborativas e centradas no estudante, contribuindo para a abordagem de conteúdos complexos e abstratos (Predebon; Del Pino, 2009; Blanchard; Harris; Hofer, 2011). As Metodologias Ativas (MA), por sua vez, valorizam a participação ativa, a autonomia e o protagonismo dos estudantes nos processos de ensino e aprendizagem (Bacich; Moran, 2018). A articulação entre TDIC e MA pode favorecer processos de aprendizagem mais significativos e contextualizados.

Entretanto, a integração das TDIC às práticas pedagógicas demanda mais do que o domínio técnico das ferramentas digitais, exigindo que professores saibam selecionar e integrar tecnologias de forma crítica e alinhada aos objetivos educacionais (Cibotto; Oliveira, 2017). Nesse contexto, a formação inicial e continuada assume papel fundamental no desenvolvimento de conhecimentos e competências relacionados ao uso pedagógico das tecnologias digitais (Prada; Vieira; Longarezi, 2012).

Diante dessas demandas, destaca-se o modelo Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK), proposto por Mishra e Koehler (2006), utilizado para compreender os conhecimentos necessários à integração das tecnologias digitais ao ensino. O modelo articula conhecimentos tecnológicos, pedagógicos e de conteúdo no contexto das práticas docentes (Schmidt *et al*., 2009).

Apesar do crescente interesse pelo TPACK, estudos evidenciam a predominância de pesquisas quantitativas sobre o modelo (Chai; Tsai; Koh, 2013). Contudo, a complexidade de suas dimensões dificulta sua mensuração por meio de instrumentos de autorrelato (Archambault; Barnett, 2010; Zelkowski *et al*., 2013), tornando relevantes as pesquisas qualitativas voltadas à compreensão do desenvolvimento do TPACK em contextos formativos (Gill; Dalgarno, 2017).

Dessa forma, este artigo tem como objetivo realizar uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL) sobre o uso do modelo TPACK em pesquisas qualitativas voltadas à

formação de professores de Ciências. A revisão integra uma pesquisa de mestrado relacionada à articulação entre TDIC, MA e formação docente no ensino de Física. Busca-se mapear como o modelo tem sido utilizado como referencial analítico nesses estudos, com ênfase em seus delineamentos metodológicos, procedimentos de análise de dados e contribuições para a compreensão do desenvolvimento de habilidades docentes para integrar as MA mediadas pelas TDIC nos processos de ensino-aprendizagem.

2. Fundamentação teórica

O Ensino de Ciências desempenha papel fundamental na formação de cidadãos críticos e conscientes, capazes de compreender e modificar a realidade em que vivem. No entanto, observa-se um crescente desinteresse dos alunos pelos conteúdos científicos, refletindo em dificuldades no processo de aprendizagem e na construção do conhecimento (Pozo; Crespo, 2009). Parte desse desinteresse pode estar relacionado ao predomínio de abordagens tradicionais de ensino, centradas na transmissão de conhecimentos (Unesco, 2006), o que tem motivado debates acerca dos desafios contemporâneos do Ensino de Ciências (Macedo, 2013).

Além disso, conforme destaca Petraglia (2001), fundamentada nas ideias de Edgar Morin, a fragmentação curricular e a desarticulação entre áreas do saber dificultam uma compreensão integrada do conhecimento, comprometendo processos de aprendizagem mais significativos e a relação entre os conteúdos escolares e a realidade dos estudantes.

Nesse contexto, a incorporação das TDIC no processo pedagógico torna-se relevante para potencializar os processos de ensino e aprendizagem (Siqueira; Bedin; Silva, 2023). No Ensino de Ciências, essas tecnologias podem ser utilizadas para superar os desafios relacionados ao processo de construção do conhecimento, como as dificuldades em ensinar e aprender conteúdos complexos e abstratos, além de favorecer práticas mais interativas e colaborativas de aprendizagem a construção coletiva do conhecimento (Blanchard; Harris; Hofer, 2011).

Ainda nesse sentido, para além de ampliarem o acesso à informação, as TDIC também podem favorecer o desenvolvimento do pensamento crítico e de uma participação mais ativa dos estudantes no processo de aprendizagem. Nesse contexto, aproximam-se dos princípios das MA, que valorizam o protagonismo discente por meio

de experiências reflexivas, contextualizadas e desafiadoras (Diesel; Martins; Rehfeldt, 2018).

Nesse contexto, as MA podem ser utilizadas para auxiliar e potencializar o uso das TDIC em sala de aula. Além disso, articulam-se à dimensão do conhecimento pedagógico (PK- do inglês *Pedagogical Knowledge*) do modelo TPACK, a qual se refere às metodologias, estratégias, práticas e abordagens de ensino que o professor utiliza em sala de aula. Engloba a compreensão dos professores em relação a forma como o conhecimento e as habilidades dos alunos são construídas e desenvolvidas mediadas pelas TDIC (Mishra; Koehler, 2006).

No entanto, integrar as TDIC no contexto escolar exige planejamento pedagógico, intencionalidade e formação docente adequada. Dessa forma, os professores devem estar preparados para utilizar essas tecnologias de maneira crítica e reflexiva, a fim de contribuir para o processo de construção do conhecimento. Tendo em vista que limitações na formação docente podem refletir diretamente nas práticas pedagógicas (Leite; Ribeiro, 2012), investir na formação inicial e continuada torna-se essencial para o desenvolvimento de práticas pedagógicas alinhadas às demandas atuais do contexto educacional brasileiro, relacionadas as transformações científicas e tecnológicas (Siqueira; Bedin; Silva, 2023).

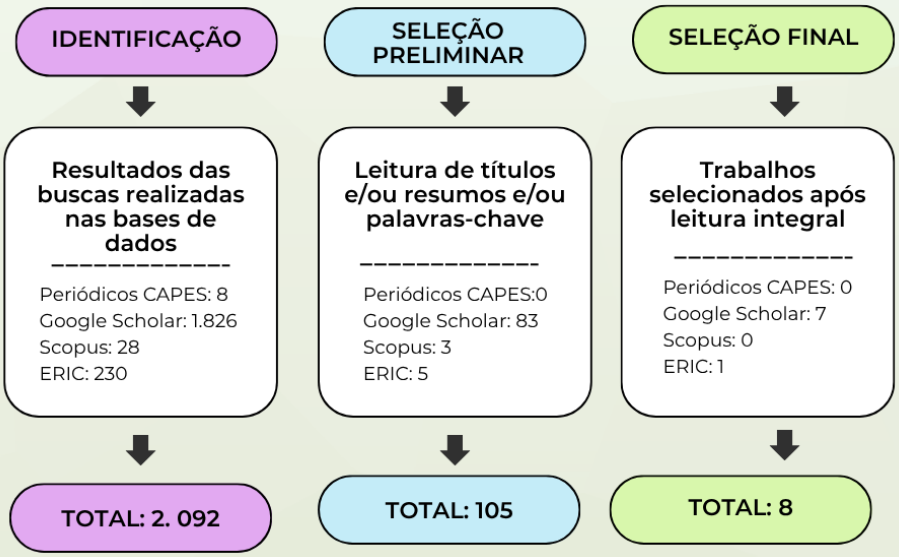
Assim, torna-se essencial que o desenvolvimento profissional docente inclua componentes que capacitem os professores a utilizarem essas ferramentas pedagógicas no contexto educacional. Para tal, Mishra e Koehler (2006) propuseram um *framework* denominado TPACK, que pode ser descrito como um modelo teórico que articula os conhecimentos tecnológicos (TK- do inglês *Technological Knowledge*), pedagógicos (PK- do inglês *Pedagogical Knowledge*) e de conteúdo (CK- do inglês *Content Knowledge)*. A articulação entre PK, CK e TK representa a base para o desenvolvimento de práticas pedagógicas que integrem as tecnologias de maneira significativa ao processo de ensino e aprendizagem (Mishra; Koehler, 2006).

3. Procedimentos metodológicos

A presente investigação foi desenvolvida por meio de uma RSL, fundamentada nos procedimentos metodológicos descritos por Sampaio e Mancini (2007). A abordagem adotada possui caráter qualitativo, e a constituição do *corpus* da pesquisa

ocorreu em três etapas: (1) identificação, (2) seleção preliminar e (3) seleção final. A Figura 1 apresenta a quantidade de artigos encontrados em cada uma dessas etapas.

Figura 1- Processo de busca e seleção dos artigos da revisão



Fonte: Elaborado pelos autores.

A questão norteadora desta revisão foi definida da seguinte forma: de que maneira o modelo TPACK tem sido mobilizado em pesquisas qualitativas e quali-quantitativas, considerando seus procedimentos metodológicos e focos investigativos?

A partir dessa questão, buscou-se identificar estudos relacionados à formação inicial e continuada de professores de Ciências que adotassem o modelo TPACK como referencial teórico. Para isso, foram empregados descritores em português e em inglês.

Em português, utilizou-se a combinação: “Formação de professores” AND “metodologias ativas” AND “ensino de ciências” AND (TPACK OR Conhecimento Tecnológico Pedagógico do Conteúdo). Em inglês, a estratégia de busca foi: “Teacher training” AND “active learning” AND (“science teaching” OR “science education”) AND (TPACK OR “Technological Pedagogical Content Knowledge”).

A busca foi conduzida nas bases de dados Google Acadêmico, ERIC, Scopus e Periódicos CAPES, escolhidas em função de sua relevância e reconhecimento nas áreas de Educação e Ensino de Ciências. O recorte temporal abrangeu publicações entre os anos de 2014 e 2024, a fim de contemplar estudos recentes sobre o modelo TPACK, considerando sua consolidação na literatura e o aumento de pesquisas voltadas à integração de TDIC no contexto educacional.

Na segunda etapa, foram analisados os títulos, resumos e palavras-chave dos estudos, considerando os seguintes critérios de inclusão: publicações entre 2014 e

2024, pesquisas voltadas à formação inicial ou continuada de professores de Ciências e estudos que utilizassem o modelo TPACK como principal referencial analítico. Foram excluídos trabalhos que apenas citavam o TPACK sem adotá-lo como estrutura de análise, estudos fora da área de Ensino de Ciências, teses, dissertações, livros, capítulos de livros e pesquisas exclusivamente quantitativas ou que não abordassem a formação docente. Na etapa final, realizou-se a leitura integral dos textos selecionados para verificar sua adequação aos critérios definidos. Ao final do processo, 8 artigos foram selecionados para integrar o *corpus* desta revisão.

4. Panorama dos estudos

Após a definição do *corpus*, os artigos foram organizados por meio de uma codificação alfanumérica, composta pela letra referente à base de origem (“G” para Google Acadêmico e “E” para ERIC) e por numeração sequencial. O Quadro 1 apresenta os estudos selecionados, seus autores, títulos e contextos formativos.

Quadro 1- *Corpus* de análise da revisão

Código	Autores	Título do trabalho	Contexto
G1	Siqueira; Bedin (2024)	A incorporação do TPACK em licenciandos em Física e a sua materialização em planos de trabalhos de iniciação à docência.	Formação inicial
G2	Bwalya *et al.* (2023)	Enhancing pre-service biology teachers' technological pedagogical content knowledge through a TPACK-based technology integration course.	Formação inicial
G3	Agyei,; Jita; Jita (2024)	Technology integration in science classrooms: Empowering student teachers for improved physics teaching with simulations. Contemporary Mathematics and Science Education	Formação inicial
G4	Purwianingsih; Novidsa; Riandi (2022)	Program for integrating education for sustainable development (ESD) into prospective biology teachers' technological pedagogical content knowledge (TPACK)	Formação continuada
G5	Çağlar; Çalik (2024)	Pre-service primary school teachers’ technological pedagogical content knowledge regarding a science unit	Formação inicial
G6	Sancar-tokmak; Surmeli; Ozgelen (2014)	Preservice science teachers' perceptions of their TPACK development after creating digital stories	Formação inicial
G7	Abouelenein; Selim (2024)	Impact of digital interventions on the development of TPACK: Interviews, reports, and video simulation among pre-service teachers	Formação inicial
E1	Altonen (2023)	Emerging imbalance in the development of TPACK – a challenge for teacher training	Formação inicial

Fonte: Elaborado pelos autores.

4. 1 Categorias de análise

Os estudos analisados foram organizados em duas categorias principais, de acordo com a forma como o modelo TPACK foi mobilizado nas pesquisas: (C1) TPACK como referencial analítico do desenvolvimento docente e (C2) TPACK como base para intervenções formativas.

Na categoria C1, o modelo é utilizado para analisar conhecimentos, percepções e práticas de professores e licenciandos relacionados à integração entre tecnologia, pedagogia e conteúdo. Já na categoria C2, o TPACK orienta o planejamento e a implementação de ações formativas voltadas ao desenvolvimento desses conhecimentos.

4. 1.1 TPACK como referencial analítico do desenvolvimento docente

Esta categoria reúne estudos que utilizam o TPACK como base teórica para analisar e interpretar dados relacionados ao desenvolvimento do conhecimento docente. Os trabalhos analisados nesta categoria G1 (Siqueira; Bedin, 2024), G4 (Purwianingsih; Novidsa; Riandi, 2022), G5 (Çağlar; Çalik, 2024), G6 (Sancar-Tokmak; Surmeli; Ozgelen, 2014) e E1 (Valtonen *et al.*, 2023) utilizam o modelo para analisar diferentes tipos de dados, como planos de aula, narrativas digitais, representações de conteúdo e respostas abertas.

Em G1 e G4, o TPACK foi utilizado para analisar produções pedagógicas elaboradas por licenciandos, evidenciando como os conhecimentos tecnológico, pedagógico e de conteúdo são articulados no planejamento de propostas didáticas. Já em G6, o modelo orientou a análise de narrativas digitais produzidas por futuros professores de Ciências, permitindo compreender como tecnologias digitais são integradas às estratégias pedagógicas.

De modo geral, os estudos utilizam o TPACK para interpretar como professores e licenciandos articulam conhecimentos tecnológicos, pedagógicos e de conteúdo em contextos formativos. Contudo, em alguns casos, o modelo é aplicado de forma fragmentada, priorizando a identificação isolada de seus domínios, o que limita análises mais aprofundadas sobre as relações entre tecnologia, pedagogia e conteúdo.

Observa-se ainda que abordagens associadas às MA aparecem implicitamente em algumas práticas analisadas, especialmente em atividades que envolvem planejamento, investigação, autoria e participação ativa dos licenciandos. Assim, os

estudos da categoria evidenciam contribuições do TPACK para a compreensão do conhecimento docente, mas também apontam para a necessidade de um uso mais crítico e articulado do modelo nos processos formativos.

4. 1.2 TPACK como base para intervenções formativas

Esta categoria reúne estudos que utilizam o TPACK como base para o planejamento de intervenções formativas voltadas à integração entre tecnologia, pedagogia e conteúdo no ensino de Ciências. Nesses trabalhos, o modelo orienta cursos, oficinas e propostas formativas voltadas ao desenvolvimento do conhecimento docente.

Foram incluídos nessa categoria os estudos G2 (Bwalya et al., 2023), G3 (Agyei; Jita; Jita, 2024) e G7 (Abouelenein; Selim, 2024). Em geral, as pesquisas investigam como diferentes propostas formativas contribuem para o desenvolvimento do TPACK em futuros professores de Ciências, especialmente por meio do uso de tecnologias digitais em contextos de ensino.

No estudo G3, por exemplo, a oficina voltada ao uso de simulações digitais no ensino de Física buscou promover a integração entre tecnologia, conteúdo e estratégias pedagógicas. Já em G7, a proposta formativa em ambiente digital envolveu atividades de planejamento e reflexão sobre práticas de ensino mediadas por tecnologias.

Observa-se que as intervenções analisadas apresentam características próximas às MA, ainda que essas abordagens não sejam explicitamente mencionadas pelos autores. As atividades envolvem planejamento, experimentação, reflexão sobre a prática e participação ativa dos licenciandos em processos formativos mediados por tecnologias digitais. Esse cenário evidencia uma lacuna na literatura quanto à articulação direta entre essas abordagens.

4. 2 **Procedimentos analíticos**

O Quadro 3 sintetiza os oito estudos selecionados, apresentando suas abordagens metodológicas, delineamento de pesquisa, instrumentos de coleta de dados qualitativos e procedimentos de análise.

Quadro 2- Aplicação metodológica do modelo TPACK

Código	Abordagem	Delineamento	Instrumentos de coleta de dados qualitativos	Procedimento de análise
G1	Qualitativa	Pesquisa participante	Planos de trabalho de iniciação à docência	Escala avaliativa baseada nos domínios do TPACK
G2	Qualitativa	Estudo de caso	Entrevistas, gravações de aula, relatórios de planos de aula, notas de reflexão	Análise temática dedutiva (TPACK); rubrica TPACK; triangulação de dados
G3	Quali-quantitativa	Estudo de caso	Questionários, entrevistas semiestruturadas, grupos focais, observações (diário de bordo), artefatos de aula	Redução de dados (Miles; Huberman); análise qualitativa interpretativa; análise documental; triangulação
G4	Qualitativa	Descritivo	CoRes (Representação do Conteúdo), planos de aula	Pontuação baseada em rubrica
G5	Quali-quantitativa	Estudo de caso único (holístico)	Formulário online com perguntas abertas (Google Forms)	Análise de conteúdo; rubrica de 4 pontos; codificação de conceitos e frequência de código
G6	Quali-quantitativa	Estudo de caso	Questionário demográfico, questionário aberto, entrevistas, observações, diagrama TPACK	Estatística descritiva; codificação aberta; analise de conteúdo
G7	Quali-quantitativa	Estudo de caso	Entrevistas, relatórios de planos de aula, gravações de vídeos instrucionais, observações.	Análise de conteúdo das entrevistas; aplicação da rubrica TPACK aos planos de aula e vídeos; triangulação entre fontes de dados
E1	Qualitativa	Estudo de caso	Análise de conteúdo dedutiva utilizando o modelo TPACK	Análise de conteúdo qualitativa

Fonte: Elaborado pelos autores.

Em geral, a maioria dos estudos é delineado como estudo de caso, enquanto outros utilizaram abordagens descritivas ou pesquisa participante, buscando compreender como professores articulam conhecimentos tecnológicos, pedagógicos e de conteúdo em contextos formativos.

Observa-se diversidade nos instrumentos de coleta de dados, incluindo planos de aula, representações de conteúdo, entrevistas, observações, questionários, registros audiovisuais e produções pedagógicas elaboradas pelos participantes (Siqueira; Bedin, 2024; Purwianingsih; Novidsa; Riandi, 2022; Bwalya *et al.*, 2023; Agyei; Jita; Jita, 2024).

Quanto aos procedimentos de análise, destacam-se estratégias como análise de conteúdo, codificação aberta, análise interpretativa e aplicação de rubricas baseadas nas dimensões do TPACK. Em alguns estudos, também foram utilizadas triangulação de dados e validação por mais de um pesquisador, contribuindo para maior consistência das interpretações.

De modo geral, a utilização de múltiplas fontes de dados possibilitou analisar de forma mais próxima o desenvolvimento do conhecimento tecnológico, pedagógico e de conteúdo em contextos formativos. Entretanto, os estudos também apresentam limitações, como amostras reduzidas, realização em contextos específicos e análises mais descritivas, fatores que podem restringir a generalização e o aprofundamento dos resultados. Diante disso, os autores apontam a necessidade de pesquisas que explorem de maneira mais integrada as relações entre os domínios do TPACK, considerando os contextos em que essas articulações se desenvolvem.

5. Considerações finais

Este trabalho permitiu observar que o modelo TPACK tem sido amplamente utilizado em pesquisas sobre formação de professores, principalmente na formação inicial, orientando análises sobre práticas de ensino mediadas pelas TDIC e sobre o desenvolvimento dos conhecimentos tecnológico, pedagógico e de conteúdo em diferentes contextos formativos.

Em relação aos aspectos metodológicos, os estudos qualitativos destacam-se pela análise aprofundada de percepções, concepções e práticas docentes, utilizando entrevistas, questionários abertos, narrativas e produções pedagógicas. Já os estudos quali-quantitativos combinam instrumentos estruturados e análises descritivas, favorecendo comparações entre níveis de desenvolvimento do TPACK, embora, em alguns casos, limitem análises mais aprofundadas sobre a integração dos saberes docentes.

Os estudos analisados indicam que o uso do TPACK em abordagens qualitativas contribui para uma compreensão mais contextualizada do desenvolvimento profissional docente. Entretanto, também foram identificadas limitações, como a utilização fragmentada do modelo, amostras reduzidas e a concentração das pesquisas em contextos específicos.

Dessa forma, a revisão contribui para situar o uso do TPACK em um campo ainda em consolidação no âmbito das abordagens qualitativas, evidenciando lacunas teórico-metodológicas e possibilidades de avanço. Destaca-se, especialmente, a pouca articulação explícita entre TPACK, TDIC e MA, ainda que práticas associadas a essas abordagens apareçam implicitamente em alguns estudos. Nesse sentido, reforça-se a importância de pesquisas que explorem essas relações de maneira mais integrada na formação de professores e na integração de tecnologias no ensino.

5. Referências

ABOUELENEIN, Y. A. M.; SELIM, S. A. S. Impact of digital interventions on the development of TPACK: Interviews, reports, and video simulation among pre-service teachers. **Education and Information Technologies**, v. 29, p. 1–40, 2024.

AGYEI, E. D.; JITA, L. C.; JITA, T. Technology integration in science classrooms: Empowering student teachers for improved physics teaching with simulations. **Contemporary Mathematics and Science Education,** v. 5, n. 2, p. ep24009, 2024.

ARCHAMBAULT, L. M.; BARNETT, J. H. Revisiting technological pedagogical content knowledge: Exploring the TPACK framework. **Computers and Education**, 55, 1656-1662, 2010.

BACICH, L.; MORAN, J. (orgs.). **Metodologias ativas para uma educação inovadora:uma abordagem teórico-prática** [recurso eletrônico]. Porto Alegre: Penso, 2018.

BLANCHARD, M. R.; HARRIS, J.; HOFER, M. Tipos de actividades en el área de Ciencias Naturales. **Science learning activity types**, p. 1-6, 2011.

BWALYA, A.; RUTEGWA, M.; TUKAHABWA, D.; MAPULANGA, T. Enhancing pre-service biology teachers' technological pedagogical content knowledge through a TPACK-based technology integration course. **Journal of Baltic Science Education**, v. 22, n. 6, p. 956–973, 2023.

ÇAĞLAR, D.; ÇALIK, M. Pre-service primary school teachers' technological pedagogical content knowledge regarding a science unit. **Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education**, v. 24, p. 5–22, 2024.

CHAI, C. S.; KOH, J. H. L.; TSAI, Chin-Chung. Uma revisão do conhecimento tecnológico pedagógico do conteúdo. **Tecnologia Educacional e Sociedade**, v. 16, n. 2, p. 31–51, 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.

DIESEL, A.; MARTINS, S. N.; REHFELDT, M. J. H. Aproximações entre as metodologias ativas de ensino e as tecnologias digitais de informação e comunicação: uma abordagem teórica. **Revista Conexões**, v. 12, n. 1, p. 38–44, 2018.

GILL, L.; DALGARNO, B. A qualitative analysis of pre-service primary school teachers' TPACK development over the four years of their teacher preparation programme. **Technology, Pedagogy and Education**, 26:4, 439-456, 2017.

GOULART, B. N. K.; PASTORIO, Dioni Paulo; VIDMAR, Muryel Pyetro. O papel do professor diante das tecnologias digitais de informação e comunicação no contexto do ensino remoto emergencial de Física e Ciências. **Revista de Enseñanza de la física**. v. 35, n. 1, p. 17-26, 2023.

KENSKI, V. M. **Educação e Tecnologias: o novo ritmo da informação.** 2a edição. Campinas: Papirus,2007.

LEITE, W. S. S. RIBEIRO, C. A. N. A inclusão das TICs na educação brasileira: problemas e desafios. **Magis, Revista Internacional de Investigación en Educación**, Pontificia Universidad JaverianaBogotá, Colombia, v. 5, n. 10, p. 173, 2012.

MACEDO, E. A noção de crise e a legitimação de discursos curriculares. **Currículo sem Fronteiras,** v. 13, n. 3, p. 436-450, 2013.

MISHRA, P.; KOEHLER, M. J. Technological pedagogical content knowledge: a framework for teacher knowledge**. Teachers College Record**. v. 108, n. 6, p. 1017–1054, 2006.

PETRAGLIA, I. C. **Edgar Morin: a educação e a complexidade do ser e do saber.** Petrópolis: Vozes, 1995.

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.

PRADA, L. E. A; VIEIRA, V. M. de O.; LONGAREZI, A. M. Pós-graduação e pesquisas em formação de professores: 2003 a 2007. **Revista Brasileira de Pós-Graduação**, v. 9, p. 29, 2012.

PREDEBON, F.; DEL PINO, J. C. Uma análise evolutiva de modelos didáticos associados às concepções didáticas de futuros professores de química envolvidos em um processo de intervenção formativa. **Investigações em Ensino de Ciências**. v.14, n. 2, p. 237-254, 2009.

PURWIANINGSIH, W.; NOVIDSA, I.; RIANDI, R. Program for integrating education for sustainable development (ESD) into prospective biology teachers' technological pedagogical content knowledge (TPACK). **JPII**, v. 11, n. 2, p. 219–228, 2022.

SAMPAIO, R. F.; MANCINI, M. C. Estudos de revisão sistemática: um guia para síntese criteriosa da evidência científica. **Brazilian Journal of Physical Therapy**, v. 11, p. 83–89, 2007.

SANCAR-TOKMAK, H.; SURMELI, H.; OZGELEN, S. Preservice science teachers' perceptions of their TPACK development after creating digital stories. **International Journal of Environmental and Science Education**, v. 9, n. 3, p. 247–264, 2014.

SCHMIDT, D. *et al*. Technological pedagogical content knowledge (TPACK) the development and validation of an assessment instrument for preservice teachers. **Journal of Research on Technology in Education**, v. 42, n. 2, p. 123–149, 2009.

SIQUEIRA, L. E. de; BEDIN, E. A incorporação do TPACK em licenciandos em Física e a sua materialização em planos de trabalhos de iniciação à docência. **Revista Cocar**, [S.l.], v. 21, n. 39, 2024.

UNESCO. **Ensino de Ciências**: O Futuro em Risco. 2006.

VALTONEN, T. *et al*. Emerging imbalance in the development of TPACK – a challenge for teacher training. **Education and Information Technologies**, v. 28, n. 5, p. 5363–5383, May 2023.

ZELKOWSKI, J. *et al*. Developing and validating a reliable TPACK Instrument for secondary mathematics preservice teachers. **Journal of Research on Technology in Education**, 46, 173-206, 2010.