

## **Ensino de Ciências e o TPACK: Uma revisão sistemática da literatura**

*Science Teaching and TPACK: A Systematic Literature Review*

*Enseñanza de las Ciencias y el TPACK: Una revisión sistemática de la literatura*

**Jan Torres Lima** ([jan.lima@iffarroupilha.edu.br](mailto:jan.lima@iffarroupilha.edu.br))

Instituto Federal Farroupilha, IFFAR SB, Brasil

<https://orcid.org/0009-0005-8398-2832>

**Alexander Montero Cunha** ([amcunha@ufrgs.br](mailto:amcunha@ufrgs.br))

Universidade Federal do Rio Grande do Sul, UFRGS, Brasil

<https://orcid.org/0000-0003-2900-4729>

**Dioni Paulo Pastorio** ([dionipastorio@hotmail.com](mailto:dionipastorio@hotmail.com))

Universidade Federal do Rio Grande do Sul, UFRGS, Brasil

<https://orcid.org/0000-0001-6981-5783>

### **Resumo**

A crescente presença das tecnologias no contexto educacional impõe a necessidade de capacitação dos docentes para a utilização adequada desses recursos, ampliando as estratégias de ensino-aprendizagem. Procurando compreender como a integração tecnológica vem sendo realizada no Ensino de Ciências (EC), conduzimos uma revisão sistemática da literatura centrada no referencial Conhecimento Tecnológico Pedagógico de Conteúdo (TPACK). Utilizando o sistema Qualis-Periódicos da Coordenação de Pessoal de Nível Superior (CAPES) quadriênio 2017-2020, no período de 2013 a 2023, analisamos 45 estudos de um total de 319. Os resultados demonstraram que a formação de professores, voltada à integração tecnológica mediante o uso do referencial TPACK no EC, ocorre predominantemente, em espaços não formais, tendo, como aspecto central, o pouco aprofundamento teórico e baixo alinhamento entre as questões epistemológicas e respectivas propostas de formação. Dessa forma, compreendemos que a promoção de propostas de formação docente voltadas à integração tecnológica, especialmente em espaços formais, quando conduzida de maneira coerente e alinhada ao referencial TPACK, contribui para o fortalecimento da prática docente, atendendo às demandas pedagógicas contemporâneas no EC.

**Palavras-chave:** TPACK; Revisão da literatura; Ensino de Ciências.

### **Abstract**

The increasing presence of technology in the educational context underscores the need to train teachers for the proper use of these resources, thereby expanding teaching and learning strategies. Seeking to understand how technological integration is being implemented in Science Education, we conducted a systematic literature review focused

Recebido em: 05/08/2025

e15196

Aceito em: 16/04/2026

on the Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) framework. Using the Qualis-Periodicals system of the Coordination for the Improvement of Higher Education Personnel (CAPES), for the 2017–2020 quadrennium, we analyzed 45 studies out of a total of 319, covering the period from 2013 to 2023. The results showed that teacher training aimed at technological integration through the TPACK framework in Science Education occurs predominantly in non-formal settings, with limited theoretical depth and weak alignment between the epistemological foundations of the framework and the corresponding training proposals. Thus, we understand that promoting teacher training programs focused on technological integration—especially within formal education settings—when conducted in a coherent manner and aligned with the TPACK framework, contributes to strengthening teaching practices and responding to contemporary pedagogical demands in Science Education.

**Keywords:** TPACK; Literature review; Science Teaching.

## Resumen

La creciente presencia de las tecnologías en el contexto educativo impone la necesidad de capacitar a los docentes para el uso adecuado de estos recursos, ampliando las estrategias de enseñanza y aprendizaje. Con el objetivo de comprender cómo se está llevando a cabo la integración tecnológica en la enseñanza de las Ciencias, realizamos una revisión sistemática de la literatura centrada en el marco del Conocimiento Tecnológico Pedagógico del Contenido (TPACK). Utilizando el sistema Qualis-Periódicos de la Coordinación de Perfeccionamiento del Personal de Nivel Superior (CAPES), correspondiente al cuatrienio 2017-2020, analizamos, en el período de 2013 a 2023, 45 estudios de un total de 319. Los resultados demostraron que la formación de profesores orientada a la integración tecnológica mediante el uso del marco TPACK en la enseñanza de las Ciencias ocurre predominantemente en espacios no formales, teniendo como característica central la escasa profundización teórica y el bajo alineamiento entre las cuestiones epistemológicas del marco y las propuestas de formación analizadas. De este modo, comprendemos que la promoción de propuestas de formación docente orientadas a la integración tecnológica, especialmente en espacios formales, cuando se llevan a cabo de manera coherente y alineada al marco TPACK, contribuye al fortalecimiento de la práctica docente, atendiendo a las demandas pedagógicas contemporáneas en la enseñanza de las Ciencias.

**Palabras clave:** TPACK; Revisión de la literatura; Enseñanza de las Ciencias.

## INTRODUÇÃO

Na atualidade, é senso comum que as tecnologias se tornaram indissociáveis da nossa existência, transformando a maneira como nos relacionamos com o mundo. Distintas áreas de conhecimento encontraram nelas o amparo necessário para garantir a eficiência dos seus processos. A microeletrônica e a capacidade das redes tecnológicas

propiciaram novas formas de organização social do conhecimento e da informação (Castells; Cardoso, 2006), modificando o modo pelo qual nos relacionamos. No contexto educacional, as Tecnologias da Informação e Comunicação (TDIC) tornaram-se instrumentos de mediação relevantes à captação e à troca de significados (Moreira, 2013).

No entanto, percebemos que, apesar de todos esses avanços, as práticas adotadas em sala de aula ainda têm como metodologia de ensino a exposição de conteúdos, adotando o quadro como recurso principal (muitas vezes, único). Salientamos que a simples oferta de recursos tecnológicos não garante sucesso no processo de ensino-aprendizagem. Logo, ao planejarem as suas aulas, os professores necessitam estar capacitados a utilizar esses recursos, ampliando as estratégias de aprendizagem (Pastorio; Sauerwein, 2015). Nesse sentido, a formação de professores direcionada à integração tecnológica é de fundamental importância.

Dentre os modelos de formação docente voltados à integração tecnológica, destacamos o referencial Conhecimento Tecnológico Pedagógico de Conteúdo (*Technological Pedagogical Content Knowledge - TPACK*). Mishra e Koehler (2006) identificaram que o conhecimento tecnológico era visto separadamente dos conhecimentos pedagógico e de conteúdo, expandindo o PCK de Shulman (1986) para o TPACK, um conhecimento que integra conteúdo, pedagogia e tecnologia. O conhecimento de conteúdo (CK) refere-se ao domínio do assunto que deve ser ensinado, considerando os fatos, os conceitos e as teorias. O conhecimento pedagógico (PK) envolve métodos de ensino, técnicas e estratégias de avaliação. O conhecimento tecnológico (TK) abrange o uso de tecnologias, desde ferramentas básicas até avançadas. O conhecimento pedagógico tecnológico (TPK) refere-se a como a tecnologia pode influenciar o ensino-aprendizagem. O conhecimento de conteúdo tecnológico (TCK), por sua vez, explora como a tecnologia modifica a representação do conteúdo. Por fim, o conhecimento tecnológico pedagógico de conteúdo (TPACK) é o conhecimento especializado que permite aos professores ensinarem com tecnologia, entendendo como ela pode melhorar o aprendizado (Mishra; Koehler, 2006).

Especificamente no Ensino de Ciências (EC), Jimoyiannis (2010) propôs o referencial Conhecimento Tecnológico Pedagógico da Ciência (*Technological*

*Pedagogical Science Knowledge* – TPASK), sendo uma adaptação do referencial TPACK ao referido contexto. Nele, CK é reconfigurado como conhecimento científico (SK), sendo caracterizado pela organização e representação do conhecimento científico (fatos, teorias e práticas), História e Filosofia da Ciência, Natureza da Ciência, Relações Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS). A base SK, interagindo com as bases PK e TK, resultou em outras novas bases: o conhecimento pedagógico da ciência (*Pedagogical Science Knowledge* - PSK), representando as estratégias e as técnicas pedagógicas aplicadas ao conteúdo científico; o conhecimento em ciências tecnológicas (*Technological Science Knowledge* - TSK) direcionado a descrever como as disciplinas científicas são transformadas pela aplicação da tecnologia em simulações computacionais, modelagem e aquisição de dados. Por fim, o TPASK representa a verdadeira integração tecnológica, que exige a compreensão e a negociação entre as bases de conhecimento (Jimoyiannis, 2010).

Para Porras-Hernández e Salinas-Amescua (2013), o contexto não foi abordado diretamente em distintos estudos do TPACK. Buscando esclarecer melhor esse construto, classificaram-no nas dimensões: âmbito, estabelecendo os diferentes níveis de contexto (micro, meso e macro) a serem analisados, contemplando tanto as condições que interferem nas práticas como nos conhecimentos interpretados pelos professores e atores, em que professores e alunos com suas características únicas influenciam as interações e o processo de ensino-aprendizagem.

A relação entre as bases no TPACK pode ou não ser causal, interagindo mediante os modelos integrativo ou transformativo (Graham, 2011). O modelo integrativo consiste na combinação das bases de conhecimento. Assim, ensinar significa integrar o conhecimento nesses três domínios. No lado oposto, temos o modelo transformativo, em que ensinar consiste no amálgama das bases (Graham, 2011).

Procurando definir a natureza do TPACK (integrativo ou transformativo), a hipótese de que o crescimento em qualquer uma de suas bases levaria automaticamente ao desenvolvimento do TPACK foi exaustivamente testada. Os resultados sustentam que o TPACK constitui um corpo de conhecimento único, uma vez que o desenvolvimento de uma ou mais bases (CK, PK, TK) não resultou no aprimoramento desse conhecimento.

Tais evidências corroboram, portanto, a perspectiva transformativa (Angeli; Valanides, 2009).

De acordo com Graham (2011), o referencial TPACK demonstra simplicidade e foco ao representar o conhecimento docente a partir da interação entre três domínios do conhecimento. Por outro lado, esconde a complexidade que subjaz a esses construtos, devido às suas amplitudes e indefinições. As tentativas de medir as bases do TPACK são desafiadas pela dificuldade em definir e distinguir fronteiras entre as bases (Angeli; Valanides, 2009; Cox; Graham, 2009; Graham, 2011). A precisão destas é essencial para garantir coerência teórica e consenso, impedindo a proliferação de estudos que pouco contribuem para o desenvolvimento do TPACK, evitando que ele se torne um termo genérico de integração tecnológica (Graham, 2011).

De acordo com Koehler *et al.* (2014), embora haja uma série de pesquisas sobre TPACK e sua medida, a qualidade da investigação tem sido irregular, apontando uma clara necessidade de estudos e instrumentos mais elaborados. Examinando os métodos de medida, foram identificadas cinco categorias distintas: medidas de autorrelato, questionários abertos, avaliações de desempenho, entrevistas e observações. Contudo, cerca de 69% dos estudos não apresentaram evidências de confiabilidade, e mais de 90% não estabeleceram a validade das medidas utilizadas, reforçando a necessidade de examinar as propriedades de medição destes instrumentos (Koehler *et al.*, 2014).

Com o objetivo de obter uma visão panorâmica da integração tecnológica no EC sob a perspectiva do referencial TPACK, foi conduzida uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL) de estudos publicados entre 2013 e 2023.

## **METODOLOGIA**

Pickering e Byrne (2013) propõem o protocolo denominado Abordagem Quantitativa Sistemática, uma forma de revisão sistemática estruturada em etapas sucessivas. A seguir, destacamos estas fases deste processo.

*Definição do tópico:* Partimos da dissertação de Oliveira (2017), que por meio de uma RSL, identificou as possibilidades, os limites e os desafios do referencial TPACK

na formação de professores na Educação Científica e Tecnológica. Nesse sentido, adaptamos essa revisão para a área de EC.

*Identificação das questões de pesquisa:* procurando obter um panorama do uso de tecnologias na perspectiva do referencial TPACK, elaboramos a questão a ser respondida, que é: Qual é o perfil da produção acadêmica a respeito do referencial TPACK no EC?

*Seleção de Palavras-Chave:* utilizamos as seguintes palavras-chave: TPACK OR TPACK OR "conhecimento pedagógico e tecnológico de conteúdo" OR "conhecimento pedagógico e tecnológico do conteúdo" OR "conhecimento pedagógico tecnológico de conteúdo" OR "conhecimento pedagógico tecnológico do conteúdo" OR "conhecimento pedagógico-tecnológico de conteúdo" OR "conhecimento pedagógico-tecnológico do conteúdo" OR "conocimiento tecnológico pedagógico disciplinar" OR "conocimiento tecnopedagógico del contenido" OR "conocimiento técnico pedagógico del contenido" OR "saberes tecnológicos y pedagógicos del contenido" OR "technological pedagogical and content knowledge" OR "technological pedagogical content knowledge".

*Seleção e Pesquisa em Bancos de Dados:* O processo de seleção de artigos consistiu em três etapas. Na primeira, realizamos a seleção dos periódicos, utilizando o sistema Qualis-Periódicos da Coordenação de Pessoal de Nível Superior (CAPES) quadriênio 2017-2020, adotando, como filtros, áreas mãe - Astronomia/Física, Ciências Ambientais, Ciências Biológicas I, Ciências Biológicas II, Ciências Biológicas III, Educação, Ensino e Química; extratos - A1, A2, A3, A4, resultando em 19.226 periódicos. A seguir, selecionamos somente periódicos da área de avaliação Ensino e encontramos 583 registros, dos quais, desconsiderando os duplicados, resultaram em 256 títulos únicos. Realizando a leitura do título e consulta à página eletrônica, chegamos ao número de 132 periódicos que abordam conteúdos de Ciências. Na segunda etapa, realizamos a busca de artigos, sendo que encontramos um total de 319 estudos. Realizando a leitura do título, resumo e palavras-chaves (considerando os idiomas português, inglês e espanhol), descartamos 238 estudos, os quais não abordam diretamente o referencial TPACK, ou não se situam especificamente no contexto do EC, resultando em 81 artigos selecionados.

*Leitura e Avaliação das Publicações:* Na etapa final, realizamos a leitura completa dos 81 artigos, sendo descartados 36 estudos que não utilizam referencial TPACK como

base teórica ou analítica no EC. Ao final, restaram 45 artigos que compõem o escopo desta revisão.

*Desenvolvimento do banco de dados, criação de categorias, inserção dos artigos, verificação e produção de quadros de resumo:* A análise dos estudos seguiu um processo sistemático de leitura, extração, codificação e categorização. Ao final, realizamos uma análise interpretativa, confrontando os dados categorizados com a literatura da área, possibilitando identificar tendências, lacunas, limitações e implicações para pesquisas futuras.

### ANÁLISES E DISCUSSÕES DOS RESULTADOS

Identificamos que o foco na aplicação do TPACK concentra-se em quatro categorias temáticas, conforme Quadro 1, as quais refletem diferentes ênfases e abordagens nos estudos analisados.

Quadro 1 – Problemáticas de uso do referencial TPACK<sup>1</sup>

<b>Problemáticas</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Estudos classificados</b>
Propostas pedagógicas fundamentadas no referencial TPACK	4	T09, T13, T17, T28,
Artefatos educacionais fundamentados no referencial TPACK	6	T02, T14, T33, T34, T41, T42
Propostas de formação docente fundamentadas no referencial TPACK	18	T01, T04, T05, T06, T15, T19, T20, T22, T23, T24, T25, T26, T27, T29, T37, T40, T43, T44
Conhecimento docente na perspectiva do TPACK	17	T03, T07, T08, T10, T11, T12, T16, T18, T21, T30, T31, T32, T35, T36, T38, T39, T45

<sup>1</sup> Os artigos estão organizados por sistema de codificação. O quadro completa com todos os códigos e respectivos artigos encontra-se no Apêndice 1.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

De forma introdutória, ao analisar as categorias, percebemos uma predominância de trabalhos de natureza aplicada, indicando que, no EC, os esforços são mais direcionados à operacionalização em sala de aula do que em discussões de natureza teórica. Nessa busca por soluções práticas, voltadas à integração tecnológica, temos distintas abordagens. Destaca-se também o fato de o referencial TPACK apresentar outras aplicabilidades, além da cognição docente, direcionadas principalmente à elaboração de artefatos educacionais ou de propostas pedagógicas. Com o objetivo de aprofundar a nossa análise, examinaremos os estudos a partir das categorias temáticas emergentes.

### **Propostas pedagógicas fundamentadas no referencial TPACK**

Classificamos nessa categoria os estudos voltados ao planejamento de atividades de integração tecnológica na Educação Básica, que adotam abordagens construtivistas e exploram simulações ou desenvolvem soluções tecnológicas para problemas reais.

O aspecto central desses trabalhos consiste na tentativa de articular distintas bases de conhecimento. Embora essa articulação se alinhe ao TPACK (Mishra; Koehler, 2006) e ao TPASK (Jimoyiannis, 2010), não há evidências suficientes para determinar se ela configura uma justaposição ou uma síntese dessas bases (Graham, 2011). Battú, Gonçalo e Santos (2023) também encontraram propostas pedagógicas elaboradas a partir do referencial TPACK, contudo, não encontram informações suficientes que permitam identificar se as bases foram trabalhadas de forma articulada ou fragmentada.

Em relação à base CK e TSK, observamos que os quatro estudos se limitam à organização do conteúdo, sem contemplar aspectos epistemológicos ou sociocientíficos (Jimoyiannis, 2010). Em um único estudo [T28], o uso da tecnologia é voltado à resolução de problemas reais do cotidiano dos estudantes, contudo, sem envolver reflexões acerca do uso e de seus respectivos impactos (Palacios *et al.*, 2003). Em relação ao TSK, três estudos [T09, T13, T17] utilizam recursos digitais para representar fenômenos sem promover reflexão sobre modelos científicos adotados (Jimoyiannis, 2010).

Em relação ao contexto, um único estudo [T28] o considera de forma deliberada, articulando referenciais teóricos para compreender como dimensões socioculturais,

institucionais e subjetivas moldam sua proposta. Nos demais estudos, embora descrevam as características da escola e dos estudantes [T17], ou ajustem as metodologias às condições materiais e organizacionais das escolas [T09, T13], tais elementos não influenciam as decisões pedagógicas, demonstrando que contexto ainda permanece limitado a descrições do ambiente escolar (Porrás-Hernández; Salinas-Amescua, 2013).

### **Artefatos educacionais fundamentados no referencial TPACK**

Nessa categoria, classificamos os estudos que têm como aspecto principal, os processos de elaboração e avaliação de artefatos educacionais utilizando o referencial TPACK e mobilização do contexto.

Referente à elaboração, percebemos que a integração tecnológica nesses estudos [T14, T33] é direcionada à aprendizagem de conceitos científicos, pressupondo a articulação das bases de conhecimento, mas sem aprofundar elementos do SK. No estudo [T14], observamos um alinhamento entre os conceitos científicos que se desejam ensinar, a metodologia adotada e a respectiva produção do *e-book*. Já no estudo [T33], embora os autores detalhem as escolhas de CK e TK na elaboração de um vídeo de astronomia, o componente PK não é explicitado. Essa ausência resulta em uma integração limitada, visto que o recurso é utilizado apenas para a representação de conceitos científicos. Assim, ao não explicitar o componente PK, o conhecimento mobilizado restringe-se ao TSK (Jimoyiannis, 2010).

Em relação à avaliação, observamos que ela ocorre de diferentes modos. O estudo [T02] busca compreender de que modo professores integram um *e-book*, avaliando as distintas bases de conhecimento e o TPACK mobilizado. Já o estudo [T42] avalia os critérios de escolha de artefatos tecnológicos e ferramentas da *internet*, analisando quais bases de conhecimento são mobilizadas pelos professores. O estudo [T34] avalia duas ferramentas destinadas a auxiliar professores na integração de tecnologias digitais em planos de ensino, empregando o referencial TPACK para orientar a escolha e análise de recursos tecnológicos. Por fim, os estudos [T33, T41] avaliam a viabilidade de um vídeo de astronomia para aulas de Ciências, entretanto, apenas o estudo [T41] utiliza explicitamente o referencial TPACK como critério de análise. Embora evidencie certa

pluralidade de formas de uso do referencial TPACK, por outro lado, reforça-se a necessidade de maior rigor conceitual e metodológico na sua aplicação como instrumento avaliativo (Koehler *et al.*, 2014).

Em relação ao contexto, apenas um estudo [T02] o mobiliza de forma deliberada, analisando como características dos professores e das situações de ensino influenciam o uso de *e-books* nas práticas docentes. Nos demais trabalhos, esse conhecimento aparece de maneira interpretativa, analisando o potencial pedagógico de vídeo de astronomia [T41], ou para fundamentar as decisões envolvidas na adaptação de ferramentas de integração [T34] e planos de ensino [T42]. Por fim, embora reconheça a importância das variáveis contextuais, o estudo [T33] não mobiliza esse conhecimento nem na elaboração nem na avaliação do vídeo de astronomia. Para Porrás-Hernández e Salinas-Amescua (2013), mobilizar o contexto de forma interpretativa limita a análise dos fatores que influenciam a viabilidade dos artefatos. Por serem de uso situado, seu potencial pedagógico depende da compreensão do contexto em que estão inseridos.

### **Propostas de formação docente fundamentadas no referencial TPACK**

Os artigos classificados nessa categoria buscam elaborar, implementar e avaliar propostas de formação docente na perspectiva do TPACK, articuladas ou não com outros referenciais teóricos. Neles, analisamos os aspectos das propostas de formação, perspectiva de constituição do TPACK, e mobilização do contexto.

No que se refere aos aspectos das propostas de formação, examinamos os seguintes critérios: formatos, área, modalidade, espaços de formação e público-alvo. No critério formatos, analisamos o modo como as propostas foram estruturadas e executadas, encontrando: disciplinas de graduação [T23, T43] e pós-graduação [T29], cursos de extensão [T01, T04, T06, T15, T25, T40, T44], encontros [T19, T24, T27, T37], *workshops* [T20, T22], módulos [T26] e programas [T05]. No que diz respeito à área de formação, identificamos que as propostas contemplam cursos de Ciências [T04, T05, T06, T19, T20, T24, T27, T37, T40], apresentando, conseqüentemente, menor quantidade

de trabalhos nos cursos das áreas de Química [T01, T15, T26], Biologia [T25, T43], Física [T23, T29] e STEM<sup>2</sup> [T44].

Quanto à modalidade, identificamos que o formato presencial [T01, T04, T05, T06, T15, T19, T20, T22, T23, T24, T26, T27, T29, T37, T40, T43] predomina sobre o remoto e *online* [T25, T44]. No que se refere ao tempo de formação, constatamos uma diversificação, variando desde um dia [T22] até um semestre [T06, T15, T19, T40, T44], no caso das disciplinas de formação inicial e continuada.

No critério espaços de formação, classificamos os contextos em que as propostas foram desenvolvidas. Os espaços formais observam a divisão entre formação inicial ou continuada. Já nos espaços não formais, temos propostas vinculadas a atividades de pesquisa, extensão ou programas de formação. Partindo desses critérios, percebemos que as propostas em espaços não formais [T01, T04, T05, T06, T15, T19, T20, T22, T24, T25, T26, T27, T37, T40, T44] ocorrem com maior frequência do que aquelas desenvolvidas em espaços formais [T23, T29, T43]. No que se refere ao público-alvo, verificamos que, nas propostas, a participação de licenciandos [T04, T05, T06, T15, T25, T26, T40, T43, T44] supera a dos professores em exercício [T01, T20, T22]. Em alguns casos, a formação é direcionada a ambos [T04, T19, T24, T27, T37]. A Quadro 2 resume os resultados encontrados.

Quadro 2 – Classificação das propostas de formação dos professores

<b>Classificação</b>	<b>Formato</b>	<b>Público-Alvo</b>	<b>Estudos</b>
<b>Espaços Formais</b>	Disciplinas de graduação	Licenciandos	T23, T43
	Disciplinas de pós-graduação	Professores em exercício	T29
<b>Espaços Não Formais</b>	Cursos	Ambos	T01, T04, T06, T15, T25, T40, T44
	Encontros	Ambos	T19, T24, T27, T37
	<i>Workshops</i>	Professores em exercício	T20, T22

<sup>2</sup> O STEAM é uma abordagem educacional que reúne cinco áreas do conhecimento: Ciência, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática.

	Módulos	Licenciandos	T26
	Programas	Licenciandos	T05

Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

Quanto à abordagem metodológica, notamos que as propostas envolvem uma articulação com um único referencial teórico [T06, T22, T25, T26, T27, T40, T43, T44] ou com dois ou mais referenciais [T01, T05, T15, T19, T20, T24, T29, T37]. Nos trabalhos que não adotam um referencial específico para orientar metodologicamente as propostas [T04, T23], observamos múltiplas contribuições provenientes de distintos autores, tecendo uma espécie de teia com distintas perspectivas teóricas. Em relação ao referencial central adotado, observamos que o TPACK prevalece, visto que somente um estudo [T26] operacionaliza efetivamente o referencial TPASK. Embora outros estudos [T19, T24, T37] também o citem, não avançam na operacionalização dos componentes de SK e TSK. Especificamente em relação à base de CK, observamos que somente dois estudos [T25, T27] explicitam a importância de elementos epistemológicos em suas propostas, na perspectiva do SK.

Esta forte prevalência em espaços não formais também foi relatada nas revisões de Ribeiro *et al.* (2021) e Bernardes e Andrade (2020). Acreditamos que a concentração de trabalhos nesta modalidade demonstra o interesse de licenciandos e professores em aprimorar suas habilidades de seleção e uso de recursos tecnológicos. Esse comportamento pode estar relacionado à reduzida carga horária das disciplinas licenciaturas direcionadas à integração tecnológica. De acordo com Ribeiro *et al.* (2021) abordagens nesta etapa são centradas no domínio de TPK, em que primeiro licenciandos dominam estes recursos para depois desenvolverem estratégias de integração.

Já a baixa adoção do referencial TPASK revela que ele é subutilizado no EC. Consequentemente, as propostas carecem reflexões tanto dos aspectos filosóficos da Ciência (demonstrando o caráter provisório, tentativo e conjectural do conhecimento científico, juntamente com as influências sociais e relações de poder existentes na sua construção), quanto sobre suas implicações sociais, tecnológicas e ambientais, sob risco de reforçar visões tecnicistas e cientificistas (Palacios *et al.*, 2003).

Em relação à articulação, Nakashima e Piconez (2016) também relataram a integração do TPACK com outros referenciais em estudos direcionados à formação de professores. Combinadas com a diversidade de formatos observados, sugerem que a procura por estratégias de integração tecnológica compõe uma frente recorrente nos estudos do EC. Segundo Niess (2011), o crescente acesso e uso de tecnologias implica desafios e questionamentos sobre como e quando incorporar esses recursos no processo de ensino-aprendizagem.

No que se refere à constituição do TPACK, analisamos em que medida as perspectivas integrativas e transformativas estão presentes nas propostas formativas. Apenas cinco estudos [T04, T06, T19, T24, T37] mostram-se associados à perspectiva transformativa do TPACK, sendo três destes [T19, T24, T37] pertencentes à mesma autora. Em outros estudos [T25, T29, T43], embora esse posicionamento não seja explícito, também remetem a aspectos desta perspectiva. De modo semelhante, os estudos [T20, T22, T44] embora não adotem deliberadamente a perspectiva integrativa, estruturam suas propostas formativas partindo de bases individuais para, posteriormente, integrá-las.

Este resultado, combinado com a diversidade de estudos que articulam o TPACK com outros referenciais, reforça a ideia de que, em algumas ocasiões, o modelo tem sido utilizado como sinônimo de integração tecnológica. Graham (2011) argumenta que compreender o referencial TPACK e seus construtos, é fundamental para evitar a proliferação de estudos que pouco contribuem para o seu desenvolvimento, impedindo que ele se torne um termo genérico de integração tecnológica. Além disso, esse cenário pode indicar fragilidades teórico-metodológicas nas propostas formativas, visto que a ausência de explicitação da perspectiva adotada compromete a coerência e a intencionalidade delas. Tendo em vista que o TPACK observa a perspectiva transformativa (Angeli; Valanides, 2009), é essencial que esta seja contemplada nas estratégias e metodologias das propostas formativas.

Em relação ao contexto, observamos que nove estudos [T04, T05, T19, T22, T24, T25, T29, T37, T44] consideram este conhecimento de forma deliberada, mediante a observação de referenciais para subsidiar tanto as propostas formativas quanto as

abordagens direcionadas a ensinar os professores a mobilizá-los. Outros quatro estudos [T01, T20, T40, T43] utilizam o contexto de forma intermediária, ou seja, influenciando na adaptação ou nos ajustes das propostas formativas, sem moldar as decisões pedagógicas na formação ou no planejamento dos professores. Por fim, cinco estudos [T06, T15, T23, T26, T27] apresentam um uso superficial do contexto, aparecendo como elemento descritivo, sem orientar efetivamente as propostas de formação ou formar professores para mobilizá-lo.

Tendo em vista que o contexto constitui um elemento ativo e influente, é fundamental promover a reflexão das características únicas de professores e estudantes, e como estas moldam o processo de ensino-aprendizagem (Porrás-Hernández; Salinas-Amescua, 2013). Nesse sentido, sua inobservância pode resultar em propostas formativas limitadas, formando professores com habilidades restritas para a integração tecnológica, uma vez que suas práticas podem permanecer desconectadas das realidades em que atuam.

### **Conhecimento docente na perspectiva TPACK**

Classificamos, nesta categoria, os estudos focados em analisar o TPACK de professores e licenciandos. Foram identificadas as temáticas: TPACK como critério interpretativo, avaliação e adaptação de instrumentos de medida do TPACK, tipos de instrumentos de medidas utilizados e abordagem para a medida do TPACK.

Como critério interpretativo, classificamos um único trabalho [T07] que adota o TPACK para compreender a seleção de recursos educacionais abertos (OER) por professores. Embora o artigo não utilize o TPACK como lente analítica, ele interpreta brevemente os resultados na perspectiva deste referencial.

Em relação à temática avaliação e adaptação de instrumentos de medida do TPACK, encontramos quatro trabalhos [T10, T21, T30, T32]. O estudo [T10] buscou validar o instrumento *TPACK Survey*, triangulando suas respostas com uma rubrica de planos de aula de licenciandos de Química, identificando que o questionário mede adequadamente as sete bases do TPACK. O estudo [T21] também adaptou o instrumento *TPACK Survey* para medir TPACK de licenciandos em Ciências, identificando oito bases

de conhecimento. Já o estudo [T30] traduziu e aplicou o mesmo instrumento a licenciandos de distintas áreas analisando o CK, indicando a necessidade de adaptação às especificidades de cada área. Por fim, o estudo [T32] adaptou e validou o TPACK-SML com professores de Biologia, concluindo que a adaptação é válida, identificando sete bases de conhecimento.

A validação e a adaptação de instrumentos destinados a mensurar o TPACK têm se concentrado, em grande medida, em ferramentas de autorrelato. Nesse processo, alguns estudos têm identificado construtos adicionais, para além das sete bases originais do modelo (Jang; Tsai, 2013), bem como, a necessidade de adaptações específicas desses instrumentos em distintos contextos disciplinares (Koehler *et al.*, 2014) Conforme discutiremos adiante, ambos os aspectos indicam que o referencial TPACK, embora amplamente utilizado, ainda apresenta desafios, sendo o objeto de debate e de ajustes, tanto em relação às bases que o compõem quanto ao seu contexto de aplicação.

No que se refere ao tipo de instrumento, utilizamos, como critério de classificação, as categorias apresentadas por Koehler *et al.* (2014). Ressaltamos que, em alguns estudos, mais de um instrumento de medida foi adotado. Os instrumentos de autorrelato foram utilizados em nove trabalhos [T03, T08, T10, T11, T21, T30, T32, T35, T36]. Estes consistem em formulários padronizados, objetivando a coleta e a análise estatística das percepções utilizando escalas *Likert*<sup>3</sup>. Outro instrumento utilizado foram as entrevistas, as quais foram adotadas em sete estudos [T12, T16, T18, T31, T38, T39, T45] e possuem, como características, um conjunto pré-determinado de questões, cujas respostas são gravadas, transcritas e codificadas. Em três estudos [T12, T18, T39], encontramos as avaliações de desempenho, consistindo num conjunto pré-determinado de questões, gravadas, transcritas, analisadas e codificadas. Em igual quantidade, três estudos [T16, T38, T39] utilizaram instrumentos de observação, os quais consistem no acompanhamento do desenvolvimento do TPACK dos participantes em sala de aula.

---

<sup>3</sup> A Escala *Likert* mede opiniões ou atitudes, oferecendo respostas graduadas entre concordo totalmente e discordo totalmente.

Quanto à abordagem para a medida do TPACK, identificamos três encaminhamentos ao mensurar esse conhecimento: percepção quantitativa do TPACK, percepção qualitativa do TPACK e percepção qualitativa contextual do TPACK.

Em relação à percepção quantitativa do TPACK, classificamos os estudos [T03, T08, T10, T11, T21, T30, T32, T35, T36], cuja finalidade é mensurar o TPACK através de indicadores quantitativos. Esse tipo de medida busca captar o grau de domínio autopercebido pelos participantes em cada componente, sendo adequado para investigações de larga escala.

Por outro lado, os estudos [T12, T18, T31, T45] classificados como a percepção qualitativa do TPACK focam em analisar as interpretações dos professores sobre seu próprio TPACK, ou a forma como esse conhecimento é percebido pelos estudantes. Nessa abordagem, os pesquisadores utilizam materiais qualitativos, como entrevistas, planos de aula e relatos reflexivos, para examinar dimensões como autoeficácia, atitudes, motivações e processos de integração tecnológica. Essa perspectiva permite uma compreensão mais profunda do TPACK, entretanto, sua aplicação tende a envolver amostras menores, dada a natureza de análise, sem grande foco no contexto do estudo.

Por fim, temos a percepção qualitativa contextual do TPACK. Nesses trabalhos, a análise considera não apenas as manifestações, mas as variáveis contextuais que moldam o TPACK. Os estudos [T38, T39] têm como foco identificar elementos institucionais, culturais, materiais ou organizacionais que moldam esse conhecimento. Esses estudos, juntamente com [T16, T45], utilizam o contexto como lente interpretativa, buscando compreender como o TPACK se desenvolve nas situações concretas de atuação docente.

Quadro 3 – Classificação dos estudos em relação ao instrumento e abordagem

<b>Instrumentos</b>	<b>Percepção quantificada do TPACK</b>	<b>Percepções sobre o TPACK</b>	<b>Influência de Variáveis Contextuais</b>
Autorrelato	T03, T08, T10, T11, T21, T30, T32, T35, T36	–	–
Entrevistas	–	T12, T18, T31	T16, T38, T39, T45

Avaliação de desempenho	–	T12, T18	T39
Observações	–	–	T16, T38, T39

Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

Observamos que predominam instrumentos de autorrelato, fenômeno também identificado na revisão de Silva e Goulart (2021). Nessas pesquisas, o TPACK é descrito a partir de critérios objetivos e padronizados, assumindo a posição epistemológica de que as bases de conhecimentos e seus limites podem ser definidas e mensuradas com precisão (Graham, 2011). Conforme Koehler *et al.* (2014), tais medidas tendem a oferecer uma visão limitada e superficial do TPACK, pois se baseiam na percepção declarada, sem observar diretamente o desempenho dos professores. Consequentemente, apresentam desafios importantes, especialmente no que se refere à confiabilidade em medir o constructo, dada a dificuldade de delimitar ou distinguir claramente suas fronteiras (Angeli; Valanides, 2009; Cox; Graham, 2009; Graham, 2011). Tais dificuldades emergem da própria natureza transformativa do TPACK (Angeli; Valanides, 2009), que impede sua descrição a partir das bases de conhecimento isoladas que lhe dão origem (Graham, 2011).

Por outro lado, instrumentos qualitativos (questionários abertos, entrevistas e observações) permitem captar como os docentes relatam suas experiências, aprofundando a compreensão de suas razões e percepções, além de possibilitar a observação direta de como a tecnologia é implementada na prática (Koehler *et al.*, 2014). No entanto, a pouca confiabilidade e validade destes instrumentos (Koehler *et al.*, 2014) têm motivado pesquisadores a recorrer à triangulação dos dados, por meio do uso de múltiplas coletas, como estratégia para obter avaliações mais confiáveis do TPACK de professores (Silva; Goulart, 2021).

### **Implicações para o Ensino de Ciências**

A preponderância de trabalhos práticos no uso do referencial TPACK evidencia a natureza dinâmica na busca de soluções voltadas à integração tecnológica. Por outro lado,

ela revela a necessidade de estudos voltados ao aprofundamento teórico, no contexto do EC, contribuindo para uma utilização mais consistente e epistemologicamente fundamentada do referencial (Graham, 2011).

De modo geral, um aspecto observado nos estudos analisados é a falta de rigor teórico e aprofundamento conceitual no uso do referencial, resultando em uma divergência entre as estratégias utilizadas e a natureza transformativa do TPACK (Angeli; Valanides, 2009). Outro aspecto observado é que, embora o referencial TPACK proponha uma ampliação substancial do TPACK, os estudos analisados exploram essa potencialidade de forma parcial, focando CK em fatos e teorias e TK na seleção e operação de tecnologias. Em relação ao contexto, embora alguns estudos mobilizem esse conhecimento de forma articulada e intencional, ainda predomina um uso limitado, que desconsidera as características dos diferentes âmbitos e dos atores envolvidos (Porrás-Hernández; Salinas-Amescua, 2013), resultando em descrições limitadas do conhecimento de professores ou em produções desconectadas das realidades nas quais se inserem e incapazes de atendê-las de maneira adequada.

Em relação à medida do TPACK, observamos a predominância de abordagens de autorrelato. Quando utilizados isoladamente, podem oferecer um retrato parcial do fenômeno, pois tendem não captar plenamente a complexidade e o caráter situado desse conhecimento (Koehler *et al.*, 2014). Nesse sentido, entendemos que a combinação de distintos instrumentos, como observações, entrevistas, planos de aula e análises práticas, favorece a triangulação de dados (Silva; Goulart, 2021) e, conseqüentemente, possibilita uma compreensão mais profunda do fenômeno investigado.

Quanto à formação de professores, a concentração de trabalhos em espaços não formais sugere que a integração tecnológica ocupa pouco espaço na formação de professores (Bernardes; Andrade, 2020; Ribeiro *et al.*; 2021), o que dificulta a promoção de inovações pedagógicas e contribui para a perpetuação do modelo tradicional de ensino-aprendizagem (Pastorio; Sauerwein, 2015). Diante das demandas contemporâneas, se almejamos uma aprendizagem que faça sentido aos estudantes, é imprescindível que os professores incorporem o uso das TDIC de modo intencional nesse processo, articulando

conteúdo, pedagogia e tecnologia (Mishra; Koehler, 2006) e contexto (Porrás-Hernández; Salinas-Amescua, 2013).

A partir das lacunas identificadas, entendemos que algumas estratégias podem propiciar maior consistência à integração tecnológica no EC. A primeira consiste no desenvolvimento de ações formativas que conduzam os professores a refletir sobre suas concepções epistemológicas, tecnológicas e pedagógicas, e sobre como essas concepções, articuladas aos aspectos contextuais, influenciam suas escolhas didáticas voltadas à integração tecnológica. Tal reflexão tende a favorecer um alinhamento mais adequado entre conteúdo, TDIC e as metodologias adotadas. Em segundo lugar, defendemos a presença de disciplinas direcionadas à integração tecnológica nos espaços formais, a partir de estratégias que desenvolvam a natureza transformativa desse conhecimento, apresentando-se como temas transversais e constituindo-se em eixos formativos que perpassam todo o processo de formação inicial de professores

Em suma, as potencialidades, as críticas associadas e as limitações do referencial TPACK indicam a necessidade de aprofundar investigações sobre estratégias de formação docente no EC, capazes de desenvolver a natureza transformativa desse conhecimento e promover uma integração tecnológica crítica, intencional, contextualizada e coerente com as demandas pedagógicas da atualidade.

## REFERÊNCIAS

- ANGELI, Charoula; VALANIDES, Nicos. Epistemological and methodological issues for the conceptualization, development, and assessment of ICT–TPCK: Advances in technological pedagogical content knowledge (TPCK). *Computers & Education*, v. 52, n. 1, p. 154–168, 1 jan. 2009.
- BERNARDES, Thaygra Severo; NETO, Agostinho Serrano de Andrade. Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) in pre-service and in-service chemistry teacher training: a systematic literature review. *RENOTE*, v. 18, n. 2, p. 611–620, 2020.
- CASTELLS, Manuel; CARDOSO, Gustavo. **A Sociedade em Rede Do Conhecimento à Ação Política - Manuel Castells & Gustavo Cardoso**. [S.l.: S.n.].
- COX, Susan; GRAHAM. 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, 1 set. 2009.

- GRAHAM, Charles R. Theoretical considerations for understanding technological pedagogical content knowledge (TPACK). **Computers & Education**, v. 57, n. 3, p. 1953–1960, 1 nov. 2011.
- JIMOYIANNIS, Athanassios. Designing and implementing an integrated technological pedagogical science knowledge framework for science teachers professional development. **Computers & Education**, v. 55, n. 3, p. 1259, 2010.
- KOEHLER, Matthew J. *et al.* The Technological Pedagogical Content Knowledge Framework. In: SPECTOR, J. Michael *et al.* (Orgs.). **Handbook of Research on Educational Communications and Technology**. New York, NY: Springer, 2014. p. 101–111.
- MEDEIROS, Alexandre; MEDEIROS, Cleide Farias de. Possibilidades e Limitações das Simulações Computacionais no Ensino da Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 24, p. 77–86, jun. 2002.
- MISHRA, Punya; KOEHLER, Matthew J. Technological Pedagogical Content Knowledge: A Framework for Teacher Knowledge. **Teachers College Record**, v. 108, n. 6, p. 1017–1054, 1 jun. 2006.
- MOREIRA, Marco A. APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA EM MAPAS CONCEITUAIS. Textos de Apoio ao Professor de Física, Porto Alegre, v. 24, n. 6, p. 2-55, 2013.
- NIESS, Margaret L. Investigating TPACK: Knowledge Growth in Teaching with Technology. **Journal of Educational Computing Research**, v. 44, n. 3, p. 299–317, 1 abr. 2011.
- OLIVEIRA, Máira Marques de. Conhecimento pedagógico e tecnológico do conteúdo na formação de professores na educação científica e tecnológica. 2017. 168 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Educação Científica e Tecnológica) – Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências da Educação, Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica, Florianópolis, 2017. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/186140>. Acesso em 08 ago. 2024.
- PALACIOS, E. M. García *et al.* INTRODUÇÃO AOS ESTUDOS CTS. Organização de Estados Ibero-Americanos para a Educação, a Ciência e a Cultura (OEI). Madri: OEI, 2003.
- PASTORIO, Dioni Paulo; SAUERWEIN, Ricardo Andreas. O PAPEL DO COMPUTADOR EM ATIVIDADES DIDÁTICAS: UM OLHAR PARA O ENSINO DE FÍSICA. **RENOTE**, v. 13, n. 1, 28 jul. 2015.
- PICKERING, Catherine; BYRNE, Jason. The benefits of publishing systematic quantitative literature reviews for PhD candidates and other early-career researchers. **Higher Education Research & Development**, v. 33, n. 3, p. 534–548, 4 maio 2014.
- PORRAS-HERNÁNDEZ, Laura Helena; SALINAS-AMESCUA, Bertha. 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, p. 223–244, 2013.

DOI: 10.36661/2595-4520.2026v9n1.15196

RIBEIRO, Priscilla Ramos Lara *et al.* Revisão sistemática de estudos sobre TPACK na formação de professores no Brasil e em Portugal. **Revista Educação em Questão**, v. 59, n. 59, jan. 2021.

SILVA, Mariane Isabelle Possidônio da; GOULART, Marceli Behm. Instrumentos de avaliação do Technological Pedagogical Content Knowledge na formação inicial de professores: Uma revisão sistemática / Technological Pedagogical Content Knowledge assessment tools in initial teacher training: A systematic review. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 1, p. 3271–3285, 20 jan. 2021.

SHULMAN, Lee. (1986). **Those who understand: Knowledge growth in teaching.** *Education Researcher*, 15(1), 4-14.

DOI: 10.36661/2595-4520.2026v9n1.15196

## APÊNDICE 1- ÍNDICES DAS OBRAS

Código	Título	Autores	Ano
T01	Can You Tube it? Providing chemistry teachers with technological tools and enhancing their self-efficacy beliefs	Blonder et al.	2013
T02	Exploring the reasons for using electric books and technologic pedagogical and content knowledge of taiwanese elementary mathematics and science teachers	Chen	2013
T03	Exploring the TPACK of Taiwanese secondary school science teachers using a new contextualized TPACK model	Jang; Tsai	2013
T04	A pedagogical framework for developing innovative science teachers with ICT	Rogers; Twidle	2013
T05	ICT Use in Science and Mathematics Teacher Education in Tanzania: Developing Technological Pedagogical Content Knowledge	Kafyulilo et al.	2015
T06	Assessing pre-service science teachers' technological pedagogical content knowledge (TPACK) through observations and lesson plans	Canbazoglu Bilici, Guzey; Yamak	2016
T07	Integration of open educational resources in undergraduate chemistry teaching – a mapping tool and lecturers' considerations	Feldman-Maggor, Rom; Tuvi-Arad	2016
T08	Exploring the technical pedagogical and content knowledge (TPACK) of Taiwanese university physics instructors	Jang; Chang	2016
T09	Aplicación del sistema 4MAT apoyado en las simulaciones PhET para el desarrollo de competencias científicas empleando como eje de aprendizaje el tema de ondas	albarracín Balaguera; Ramirez Díaz	2017
T10	Examining the validity of the technological pedagogical content knowledge (TPACK) framework for preservice chemistry teachers	Deng et al.	2017
T11	Examining Turkish Pre-service Science Teachers' Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) Based on Demographic Variables	Kartal; Afacan	2017
T12	Investigating Teachers' Understanding of the Salt Dissolution Process: A Multi-Media Approach in Education	Malkoc	2017
T13	Aplicando los modelos 4MAT y TPACK con PhET para mejorar el aprendizaje en ondas mecánicas en el Nivel Medio Superior	Sánchez Sánchez; albarracín Balaguera	2017
T14	E-book sala de aula híbrida: uma proposta para o ensino fundamental	Anjos; Vasconcellos	2018
T15	Development of pre-service chemistry teachers' technological pedagogical content knowledge	Cetin-Dindar et al.	2018
T16	Traversing the context of professional learning communities: development and implementation of Technological Pedagogical Content Knowledge of a primary science teacher	Cheah, Chai; Toh	2018
T17	The Influence of Technological Pedagogical and Content Knowledge (TPACK) Approach on Science Literacy and Social Skills	Irmitta; Atun	2018
T18	Designing Optical Spreadsheets-Technological Pedagogical Content Knowledge Simulation (S-TPACK): A Case Study of Pre-Service Teachers Course	Thohir	2018
T19	A investigação-formação-ação na constituição dos conhecimentos tecnológicos pedagógicos de conteúdo de professores de ciências	Bervian; Araújo	2019
T20	Teachers personalize videos and animations of biochemical processes: results from a professional development workshop	Dorfman et al.	2019

Recebido em: 05/08/2025

e15196

Aceito em: 16/04/2026

DOI: 10.36661/2595-4520.2026v9n1.15196

T21	Investigating pre-service science teachers' perceived technological pedagogical content knowledge (TPACK) regarding genetics	Irmak; Yilmaz Tüzün	2019
T22	Technology-Enhanced Science Partnership Initiative: Impact on Secondary Science Teachers	Ng; Fergusson	2019
T23	South African university students' attitudes towards chemistry learning in a virtually simulated learning environment	Penn; Ramnarain	2019
T24	Action-Research-Training Teaching Process: a Perspective on the Constitution of Technological Pedagogical Content Knowledge	Bervian; Pansera-De-Araújo	2020
T25	Percepção de Professores-Cursistas em Formação Continuada de Biologia Sobre a Colaboração em um Ambiente Virtual de Aprendizagem	Medeiros, Pinto; Salvador	2020
T26	Developing technological pedagogical science knowledge through educational computational chemistry: a case study of pre-service chemistry teachers' perceptions	Rodríguez-Becerra et al.	2020
T27	Modelos de conocimiento didáctico del contenido científico y tecnológico en docentes de Química y Física	Salica, almiron; Porro	2020
T28	Pensamiento computacional y TPACK en la educación científica: una experiencia en el sur de Brasil	Silva, Kurtz; Santos	2020
T29	Formação para a apropriação e integração das tecnologias digitais da informação e comunicação ao ensino de física	Leonel, Muryel; Dioni	2021
T30	Conhecimento de Conteúdo na formação de professores a distância: análises com base no TPACK Survey	Oliveira; Pirillo	2021
T31	Percepções de licenciandos sobre aspectos tecnológicos, pedagógicos e de conteúdo no ensino de física: desafios para a formação docente	Prado et al.	2021
T32	TPACK for meaningful learning survey: "paths" for professional development of biology teachers in Brazil	Rolando; Salvador	2021
T33	Vídeo educacional sobre as estações do ano a partir do modelo TPACK – technological pedagogical content knowledge	Santos, Lucas; Sanzovo	2021
T34	Instrumentos de Integração Tecnológica para Planos de Ensino de Ciências	Souza; Salvador	2021
T35	Comparing Pre-Service Teachers' Self-Confidence Levels in Technological Pedagogical Content Knowledge in Terms of Several Variables ,	Süzük; Akinci	2021
T36	An investigative study on teachers' level of expertise on the triad science-pedagogy-technology: evaluating Chemistry classrooms during the pandemic Facebook Twitter	Bedin; Cleophas	2022
T37	Investigação-formação-ação no Ensino de Ciências: perspectivas para a constituição do TPACK dos professores	Bervian; Araújo	2022
T38	Elaboration of science teachers' technology-based lesson practices in terms of contextual factors influencing TPACK	Kulaksiz; Karaca	2022
T39	Experiences and Practices of STEM Teachers through the Lens of TPACKResearch Article	Morales et al.	2022
T40	From PCK to TPACK - Supporting student teachers' reflections and use of digital technologies in science teaching	Nilsson	2022
T41	Análise de um vídeo como recurso tecnológico educacional para o ensino das estações do ano	Santos, Sanzovo; Lucas	2022
T42	Escolhas tecnológicas na elaboração de planos de ensino por licenciandos em biologia	Souza; Salvador	2022

Recebido em: 05/08/2025

e15196

Aceito em: 16/04/2026

DOI: 10.36661/2595-4520.2026v9n1.15196

T43	Avaliação de integração tecnológica de planos de ensino de professores de Biologia em formação com o uso de modelo CTPC	Souza, Salvador; Luz	2022
T44	TPACK leveraged: A redesigned online educational technology course for STEM preservice teachers	Umutlu	2022
T45	Affordances and obstacles when integrating digital tools into science teaching in preschools	Walan; Enochsson	2022

## APÊNDICE 2 - REFERÊNCIAS DAS OBRAS REVISADAS

ALBARRACÍN BALAGUERA, Raúl Humberto; RAMÍREZ DÍAZ, Mario H. Aplicación del sistema 4MAT apoyado en las simulaciones PhET para el desarrollo de competencias científicas empleando como eje de aprendizaje el tema de ondas. **Latin-American Journal of Physics Education**, v. 11, n. 3, p. 8, 2017.

ANJOS, Onofre Saback dos; VASCONCELLOS, Roberta Flavia Ribeiro Rolando. E-BOOK SALA DE AULA HÍBRIDA: UMA PROPOSTA PARA O ENSINO FUNDAMENTAL. **Revista de Educação, Ciências e Matemática**, v. 8, n. 2, 16 nov. 2018.

BEDIN, Everton; CLEOPHAS, Maria das Graças. An investigative study on teachers' level of expertise on the triad science-pedagogy-technology: evaluating Chemistry classrooms during the pandemic. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 28, p. e22038, 10 out. 2022.

BERVIAN, Paula Vanessa; ARAÚJO, Maria Cristina Pansera de. A investigação-formação-ação na constituição dos conhecimentos tecnológicos pedagógicos de conteúdo de professores de ciências. **Bio-grafia**, p. 1623–1636, 11 out. 2019.

BERVIAN, Paula Vanessa; ARAÚJO, Maria Cristina Pansera de. Investigação-formação-ação no Ensino de Ciências: perspectivas para a constituição do TPACK dos professores. **Revista Insignare Scientia - RIS**, v. 5, n. 3, p. 431 a 444–431 444, 13 ago. 2022.

BERVIAN, Paula Vanessa; PANSERA-DE-ARAÚJO, Maria Cristina. Action-Research-Training Teaching Process: a Perspective on the Constitution of Technological Pedagogical Content Knowledge. **Revista de Educación en Biología**, v. 23, n. 1, p. 90–96, 26 jun. 2020.

BLONDER, Ron *et al.* Can You Tube it? Providing chemistry teachers with technological tools and enhancing their self-efficacy beliefs. **Chemistry Education Research and Practice**, v. 14, n. 3, p. 269–285, 4 jul. 2013.

CANBAZOGLU BILICI, Sedef; GUZEY, S. Selcen; YAMAK, Havva. Assessing pre-service science teachers' technological pedagogical content knowledge (TPACK) through observations and lesson plans. **Research in Science & Technological Education**, v. 34, n. 2, p. 237–251, 3 maio 2016.

CETIN-DINDAR, Ayla *et al.* Development of pre-service chemistry teachers' technological pedagogical content knowledge. **Chemistry Education Research and Practice**, v. 19, n. 1, p. 167–183, 15 jan. 2018.

CHEAH, Yin Hong; CHAI, Ching Sing; TOH, Yancy. Traversing the context of professional learning communities: development and implementation of Technological Pedagogical Content Knowledge of a primary science teacher. **Research in Science & Technological Education**, 6 ago. 2018.

CHEN, Ho-Yuan. EXPLORING THE REASONS FOR USING ELECTRIC BOOKS AND TECHNOLOGIC PEDAGOGICAL AND CONTENT KNOWLEDGE OF TAIWANESE ELEMENTARY MATHEMATICS AND SCIENCE TEACHERS. **The Turkish Online Journal of Educational Technology**, v. 12, n. 2, 2013.

DENG, Feng *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, 24 jul. 2017.

DORFMAN, Bat-Shahar *et al.* Teachers personalize videos and animations of biochemical processes: results from a professional development workshop. **Chemistry Education Research and Practice**, v. 20, n. 4, p. 772–786, 15 out. 2019.

FELDMAN-MAGGOR, Yael; ROM, Amira; TUVI-ARAD, Inbal. Integration of open educational resources in undergraduate chemistry teaching – a mapping tool and lecturers' considerations. **Chemistry Education Research and Practice**, v. 17, n. 2, p. 283–295, 5 abr. 2016.

IRMAK, Meltem; YILMAZ TÜZÜN, Özgül. Investigating pre-service science teachers' perceived technological pedagogical content knowledge (TPACK) regarding genetics. **Research in Science & Technological Education**, v. 37, n. 2, p. 127–146, 3 abr. 2019.

IRMITA, Luthfia; ATUN, Sri. The Influence of Technological Pedagogical and Content Knowledge (TPACK) Approach on Science Literacy and Social Skills. **Journal of Turkish Science Education**, v. 15, n. 3, p. 27–40, 15 set. 2018.

JANG, Syh-Jong; CHANG, Yahui. Exploring the technical pedagogical and content knowledge (TPACK) of Taiwanese university physics instructors. **Australasian Journal of Educational Technology**, v. 32, n. 1, 23 mar. 2016.

JANG, Syh-Jong; TSAI, Meng-Fang. Exploring the TPACK of Taiwanese secondary school science teachers using a new contextualized TPACK model. **Australasian Journal of Educational Technology**, v. 29, n. 4, 19 set. 2013.

KAFYULILO, Ayoub *et al.* ICT Use in Science and Mathematics Teacher Education in Tanzania: Developing Technological Pedagogical Content Knowledge. **Australasian Journal of Educational Technology**, v. 31, n. 4, 7 ago. 2015.

KARTAL, Tezcan; AFACAN, Özlem. Examining Turkish Pre-service Science Teachers' Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) Based on Demographic Variables. **Journal of Turkish Science Education**, v. 14, n. 1, p. 1–22, 15 mar. 2017.

KULAKSIZ, Taibe; KARACA, Feride. Elaboration of science teachers' technology-based lesson practices in terms of contextual factors influencing TPACK. **Research in Science & Technological Education**, v. 0, n. 0, p. 1–21, 5 jun. 2022.

LEONEL, André Ary; MURYEL, Pyetro Vidmar; DIONI, Paulo Pastorio. Formação para a apropriação e integração das tecnologias digitais da informação e comunicação ao ensino de física. **Revista de Enseñanza de la Física**, v. 33, n. 2, p. 37–44, 5 nov. 2021.

DOI: 10.36661/2595-4520.2026v9n1.15196

- MALKOC, Ummuhan. Investigating Teachers' Understanding of the Salt Dissolution Process: A Multi-Media Approach in Education. **The Turkish Online Journal of Educational Technology**, v. 16, n. 1, 2017.
- MEDEIROS, Ranlig Carvalho de; PINTO, Benjamin Carvalho Teixeira; SALVADOR, Daniel Fábio. Percepção de Professores-Cursistas em Formação Continuada de Biologia Sobre a Colaboração em um Ambiente Virtual de Aprendizagem. **EaD em Foco**, v. 10, n. 1, 4 jun. 2020.
- MORALES, Marie Paz *et al.* Experiences and Practices of STEM Teachers through the Lens of TPACK: Research Article. **Journal of Turkish Science Education**, v. 19, n. 1, p. 237–256, 22 mar. 2022.
- NG, Wan; FERGUSSON, Jennifer. Technology-Enhanced Science Partnership Initiative: Impact on Secondary Science Teachers. **Research in Science Education**, v. 49, n. 1, p. 219–242, 1 fev. 2019.
- NILSSON, Pernilla. From PCK to TPACK - Supporting student teachers' reflections and use of digital technologies in science teaching. **Research in Science & Technological Education**, v. 0, n. 0, p. 1–25, 12 out. 2022.
- OLIVEIRA, Edison; PIRILLO, Nadia. Conhecimento de Conteúdo na formação de professores a distância: Análises com base no TPACK Survey. **Revista de Estilos de Aprendizaje**, v. 14, n. 28, p. 150–165, 2 nov. 2021.
- PENN, Mafor; RAMNARAIN, Umesh. South African university students' attitudes towards chemistry learning in a virtually simulated learning environment. **Chemistry Education Research and Practice**, v. 20, n. 4, p. 699–709, 15 out. 2019.
- PRADO, Ramon Teodoro do *et al.* PERCEPÇÕES DE LICENCIANDOS SOBRE ASPECTOS TECNOLÓGICOS, PEDAGÓGICOS E DE CONTEÚDO NO ENSINO DE FÍSICA: DESAFIOS PARA A FORMAÇÃO DOCENTE. **Revista Eletrônica Debates em Educação Científica e Tecnológica**, v. 10, n. 2, 2020.
- RODRÍGUEZ-BECERRA, Jorge *et al.* Developing technological pedagogical science knowledge through educational computational chemistry: a case study of pre-service chemistry teachers' perceptions. **Chemistry Education Research and Practice**, v. 21, n. 2, p. 638–654, 1 abr. 2020.
- ROGERS, Laurence; TWIDLE, John. A pedagogical framework for developing innovative science teachers with ICT. **Research in Science & Technological Education**, v. 31, n. 3, p. 227–251, 1 nov. 2013.
- ROLANDO, Luiz Gustavo Ribeiro; SALVADOR, Daniel Fábio. TPACK for meaningful learning survey: “paths” for professional development of biology teachers in Brazil. **The Turkish Online Journal of Educational Technology**, v. 20, n. 2, 2021.
- SALICA, Marcelo; ALMIRON, Mirian Elisabet; PORRO, Silvia. Modelos de conocimiento didáctico del contenido científico y tecnológico en docentes de Química y Física. **Tecné, episteme y didaxis: revista de la Facultad de Ciencia y Tecnología**, n. 48, p. 127–141, 2020.

SÁNCHEZ SÁNCHEZ, Rubén; ALBARRACÍN BALAGUERA, Raúl Humberto. Aplicando los modelos 4MAT y TPACK con PhET para mejorar el aprendizaje en ondas mecánicas en el Nivel Medio Superior. **Latin-American Journal of Physics Education**, v. 11, n. 2, p. 29, 2017.

SANTOS, Harley Lucas dos; SANZOVO, Daniel Trevisan; LUCAS, Lucken Bueno. Análise de um vídeo como recurso tecnológico educacional para o ensino das estações do ano. **REEC: Revista eletrônica de enseñanza de las ciencias**, v. 21, n. 1, p. 90–110, 2022.

SANTOS, Harley Lucas Dos; LUCAS, Lucken Bueno; SANZOVO, Daniel Trevisan. VÍDEO EDUCACIONAL SOBRE AS ESTAÇÕES DO ANO A PARTIR DO MODELO TPACK – TECHNOLOGICAL PEDAGOGICAL CONTENT KNOWLEDGE. **Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista – ENCITEC**, v. 11, n. 3, p. 42–61, 30 nov. 2021.

SILVA, Denilson Rodrigues da; KURTZ, Fabiana Diniz; SANTOS, Cristina Paludo. Pensamiento computacional y TPACK en la educación científica: una experiencia en el sur de Brasil. **PARADIGMA**, p. 529–549, 3 set. 2020.

SOUZA, André Henrique Silva; SALVADOR, Daniel Fábio. Instrumentos de Integração Tecnológica para Planos de Ensino de Ciências. **EaD em Foco**, v. 11, n. 1, 13 ago. 2021.

SOUZA, André Henrique Silva; SALVADOR, Daniel Fábio. Escolhas tecnológicas na elaboração de planos de ensino por licenciandos em biologia. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 15, n. 2, 31 maio 2022.

SOUZA, André Henrique Silva; SALVADOR, Daniel Fábio; LUZ, Mauricio Roberto Motta Pinto da. Avaliação de integração tecnológica de planos de ensino de professores de Biologia em formação com o uso de modelo CTPC. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 28, p. e22047, 14 nov. 2022.

SÜZÜK, Erol; AKINCI, Tuncay. Comparing Pre-Service Teachers' Self-Confidence Levels in Technological Pedagogical Content Knowledge in Terms of Several Variables. **Journal of Education and Learning**, v. 10, n. 1, p. p82, 26 jan. 2021.

THOHIR, M. Anas. Designing Optical Spreadsheets-Technological Pedagogical Content Knowledge Simulation (S-TPACK): A Case Study of Pre-Service Teachers Course. **The Turkish Online Journal of Educational Technology**, v. 17, n. 1, 2018.

UMUTLU, Duygu. TPACK leveraged: A redesigned online educational technology course for STEM preservice teachers. **Australasian Journal of Educational Technology**, v. 38, n. 3, p. 104–121, 23 abr. 2022.

WALAN, Susanne; ENOCHSSON, Ann-Britt. Affordances and obstacles when integrating digital tools into science teaching in preschools. **Research in Science & Technological Education**, v. 0, n. 0, p. 1–20, 1 set. 2022.