

## Explorando o Conhecimento Tecnológico Pedagógico do Conteúdo na formação docente de professores de Física: uma revisão sistemática<sup>+,\*</sup>

---

*Fernanda Battú e Gonçalo<sup>1</sup>*

Doutoranda no Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica – Universidade Federal de Santa Catarina

*Paulo José Sena dos Santos<sup>1</sup>*

Universidade Federal de Santa Catarina  
Florianópolis – SC

### Resumo

*Neste estudo de revisão sistemática da literatura, procuramos examinar o estado da pesquisa sobre o desenvolvimento do Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) na formação docente para o ensino de Física, com a finalidade de identificar possíveis perspectivas e modalidades pedagógicas do seu uso. Centramos nossa análise em duas bases de dados (1) Periódicos CAPES; (2) Scientific Electronic Library Online – SciELO. Neste processo de investigação, selecionamos para análise 10 artigos acadêmico-científicos, publicados no período de 2006 até 2021. Para a coleta das informações, estabelecemos três critérios de análise: (1) intenções de pesquisa; (2) fontes e instrumentos para coleta de informações; (3) resultados da pesquisa. Com a leitura na íntegra, realizamos as seguintes etapas: (1) identificação do trecho correspondente ao critério de análise; (2) síntese do trecho; (3) categorização. Com base na análise dos resultados dos artigos, destacamos que o TPACK pode ser utilizado como um referencial teórico tanto para a produção de materiais didáticos quanto para o desenvolvimento de estratégias didáticas que buscam dar sentido e significado ao uso da tecnologia. A continuidade de pesquisas apoiadas no desenvolvimento do TPACK para o ensino da Física poderá ampliar a compreensão deste modelo para orientar as ações de ensino e*

---

<sup>+</sup> Exploring the Technological Pedagogical Content Knowledge in the teacher training of physics teacher education: a systematic review

<sup>\*</sup> Recebido: 2 de agosto de 2022.  
Aceito: 10 de abril de 2023.

<sup>1</sup> E-mails: [nanda.unipampa@gmail.com](mailto:nanda.unipampa@gmail.com); [paulo.sena@ufsc.br](mailto:paulo.sena@ufsc.br)

*aprendizagem de professores formadores, futuros professores e professores em exercício da Educação Básica.*

**Palavras-chave:** *TPACK; Formação de Professores; Ensino da Física; Tecnologia.*

### **Abstract**

*In this systematic literature review study, we sought to examine the state of research on the development of Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) in teacher education for physics teaching, in order to identify possible perspectives and pedagogical modalities of its use. We focused our analysis on two databases (1) CAPES Periodicals; (2) Scientific Electronic Library Online – SciELO. In this research process, we selected for analysis 10 papers, published in the period from 2006 to 2021. To collect the information, we established three analysis criteria: (1) research intentions; (2) sources and instruments for information collection; (3) research results. After reading the full text, we performed the following steps: (1) identification of the excerpt corresponding to the analysis criteria; (2) excerpt synthesis; (3) categorization. Based on the analysis of the results of the papers, we highlight that TPACK can be used as a theoretical reference for both the production of teaching materials and the development of teaching strategies that seek to give meaning and significance to the use of technology. Continuing research supported by the development of the TPACK for Physics teaching can broaden the understanding of this model to guide the teaching and learning actions of teacher educators, future teachers and current teachers of Basic Education.*

**Keywords:** *TPACK; Teacher Training; Teaching Physics; Technology.*

## **I. Introdução**

Para a utilização de tecnologias como elemento integrante do desenvolvimento de atividades voltadas para o ensino, os pesquisadores Mishra & Koehler (2006) propuseram um modelo denominado *Technological Pedagogical Content Knowledge* (TPACK) traduzido como Conhecimento Tecnológico Pedagógico do Conteúdo (CTPC). Este modelo surgiu com a intenção de expandir o conhecimento pedagógico do conteúdo, proposto por Shulman (1986, 1987), para incluir o domínio da tecnologia educacional na base de conhecimentos de

professores, no sentido de como utilizar os recursos tecnológicos para promover a aprendizagem dos estudantes.

A literatura especializada tem se dedicado em apontar investigações e experiências orientadas pelo modelo TPACK, ao integrar as tecnologias como um recurso desafiador e relevante nas ações da prática docente. Destacamos a pesquisa de Nakashima e Piconez (2016) que realizaram um estudo de revisão em periódicos internacionais e capítulos de livros, da área de educação e tecnologias, com a intenção de compreender as contribuições e os desafios do modelo TPACK para o desenvolvimento das ações docentes voltadas para a integração de tecnologias em práticas pedagógicas. Suas investigações permitiram apontar:

*Dentre as contribuições dos estudos coube destaque para investigações e experiências apoiadas pelo TPACK; o TPACK como orientador da formação inicial e permanente de professores e a relação do TPACK com outros modelos que iluminam a ação docente (NAKASHIMA; PICONEZ, 2016, p. 247).*

Para Nakashima e Piconez (2016), o TPACK pode ser considerado um modelo orientador sob duas perspectivas, a saber: (i) na formação inicial e continuada de professores; (ii) na relação com outros modelos teóricos.

Nesta perspectiva, buscamos compreender as contribuições e limitações do modelo TPACK, na área do ensino de Física, sob a perspectiva de duas linhas de investigação: (1) estudos que utilizam o modelo TPACK como base teórica nos programas de formação inicial ou continuada de professores de Física; (2) estudos que utilizam o modelo TPACK como referencial para elaboração de propostas didáticas que são desenvolvidas em aulas da Educação Básica e/ou nos cursos de formação inicial ou continuada de professores de Física.

Assim, com este estudo de revisão de literatura, objetivamos examinar o estado da pesquisa sobre o assunto “conhecimento tecnológico pedagógico do conteúdo na formação docente de professores de Física”. Com a finalidade de investigar como o referencial teórico TPACK tem sido utilizado no ensino da Física em nível superior e médio, para identificar possíveis perspectivas e modalidades pedagógicas do seu uso, uma vez que, Nakashima e Piconez (2016) apontaram potencialidades deste modelo para a elaboração de materiais didáticos e estratégias didáticas para a formação inicial e continuada. Da mesma forma, ter o conhecimento das principais lacunas que podem originar ideias para futuras pesquisas.

Deste modo, propomos três questões de pesquisa que visam guiar a nossa discussão na sequência da análise sistemática.

Q1: Quais são as tendências das produções acadêmico-científicas referentes ao modelo TPACK?

Q2: Quais são os contextos de coleta envolvidos nos estudos sobre o modelo TPACK?

Q3: O TPACK pode ser considerado um modelo eficaz para o ensino de Física? O que os estudos mostram?

## II. Modelo de conhecimento que integra a tecnologia no ensino: o TPACK

O modelo teórico TPACK, proposto pelos pesquisadores Mishra e Koehler (2006), tem como base o Conhecimento Pedagógico do Conteúdo (*Pedagogical Content Knowledge – PCK*), sistematizado por Shulman (1986; 1987). Diante dos desafios, de como os professores podem integrar a tecnologia no seu ensino, surgiu à necessidade de incluir na base de conhecimento para professores uma compreensão sobre a relação entre o conhecimento tecnológico e o PCK para produzir um ensino eficaz com tecnologia.

A Fig. 1 representa a estrutura do construto teórico de Mishra e Koehler (2006), no qual se articulam os três tipos de conhecimento que formam a base do conhecimento do professor: (1) conhecimento do conteúdo; (2) conhecimento pedagógico; (3) conhecimento tecnológico.

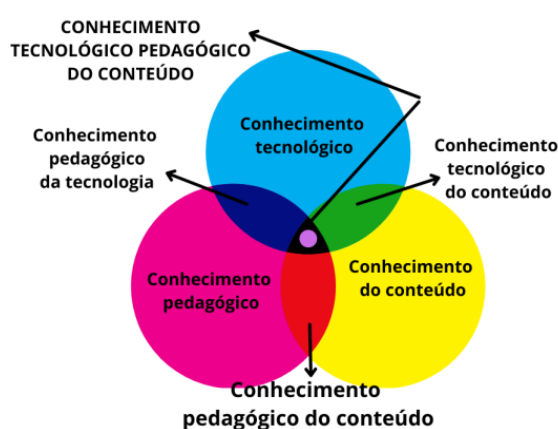


Fig. 1: Representação da relação entre os conhecimentos que derivam o TPACK  
Fonte: traduzido por Mishra e Koehler (2006).

Estes três conhecimentos se sobrepõem para conceber mais 04 tipos de conhecimentos inter-relacionados: (1) conhecimento pedagógico do conteúdo; (2) conhecimento pedagógico da tecnologia; (3) conhecimento tecnológico do conteúdo; (4) conhecimento tecnológico pedagógico do conteúdo (TPACK). Ou seja, o TPACK é o único conhecimento que requer uma compreensão de como a tecnologia se relaciona com a pedagogia e com o conteúdo simultaneamente.

Na literatura, Gess-Newsome (1999) discorre sobre dois modelos para a formação do desenvolvimento do PCK: (i) Modelo Integrativo e (ii) Modelo Transformativo. O primeiro considera que a formação do PCK é mediada pela integração dos três conhecimentos: conteúdo, pedagógico e de contexto, assim os conhecimentos podem ser desenvolvidos separadamente para depois se integrarem na ação docente. Segundo essa visão, o conhecimento do professor no ato de ensinar seria explicado pela integração dos três conhecimentos que caracterizam o PCK. No que se refere ao Modelo Transformativo, o PCK é proveniente da transformação do conhecimento do conteúdo, pedagógico e de contexto,

durante a prática docente. Ou seja, este modelo considera o PCK como o conhecimento base para a formação do professor (FERNANDEZ, 2015).

Nesta perspectiva, identificamos que durante a formação docente os Modelos Integrativo e Transformativo também podem ser aplicados no desenvolvimento do TPACK. Nos cursos de formação inicial tradicionais identifica-se o TPACK como Modelo Integrativo, uma vez que os conhecimentos do conteúdo, da pedagogia e da tecnologia são trabalhados de forma fragmentada, em diferentes disciplinas, para posteriormente o futuro professor colocar em ação a integração simultânea desses conhecimentos no desenvolvimento da sua prática docente. O TPACK como Modelo Transformativo pode ser identificado em cursos de formação que adotam uma metodologia para trabalhar simultaneamente com os conhecimentos do conteúdo, da pedagogia e da tecnologia, na elaboração de atividades/materiais/propostas didáticas que integrem estes três conhecimentos. Como resultado, o desenvolvimento do TPACK de professores, futuros ou em atividade, é proveniente da realização destas produções.

As pesquisas corroboraram e identificaram que o modelo TPACK apresenta características para orientar a formação inicial e permanente de professores (NAKASHIMA; PICONEZ, 2016). Niess (2005) também adotou o modelo TPACK ao planejar um curso para preparar professores de diferentes áreas – Física, Matemática, Química, Biologia e Ciências Integradas – esses matriculados na pós-graduação. Este estudo buscou fornecer aos professores habilidades e experiências necessárias para aplicar a tecnologia em suas áreas específicas de conteúdo, na condição de aprimorar os seus conhecimentos para o desenvolvimento do TPACK. Em outro trabalho, a pesquisadora apresentou resultados de experiências realizadas na formação de professores, que estiveram baseadas em estratégias do modelo TPACK: comunicação com os estudantes por meio de tecnologias; investigação sobre o entendimento dos estudantes ao aprenderem com tecnologia e identificação de como a tecnologia pode ser utilizada para melhorar a aprendizagem do estudante (NIESS, 2008).

Em seu trabalho de revisão, Nakashima e Piconez (2016) identificaram que alguns estudos (RESTA; LAFERRIÈRE, 2007; LIU, 2008; BEAUCHAMP; KENNEWELL, 2008; INAN; LOWTHER, 2010; PEERAER; VAN PETEGEM, 2012) concebem o modelo TPACK como um conhecimento que orienta os recursos tecnológicos de forma pedagógica para representar os conteúdos específicos e auxiliar no processo de aprendizagem do estudante. Assim como, identificaram outros estudos (KILBOURN; ÁLVAREZ, 2008; KELLY, 2008; DAVIES, 2011; POLLY; HANNAFIN, 2010; BOLING; BETTY, 2012) que abordam sobre a relação entre o modelo TPACK e outros tipos de modelos que auxiliam a formação docente. Estas atribuições ao modelo TPACK enfatizam que a sua estrutura oferece possibilidades para ser utilizada na formação de professores, no desenvolvimento profissional e no desenvolvimento de propostas didáticas que objetivam integrar tecnologias em sala de aula.

Além disso, a concepção do professor sobre o modelo TPACK auxilia na integração da tecnologia nos currículos, porém está estreitamente relacionada aos contextos específicos

de sala de aula, pois não há uma solução tecnológica única que se aplique a todos os professores, cursos ou visões de ensino. Ou seja, “o TPACK é uma construção de conhecimento profissional” (KOEHLER; MISHRA, 2009, p. 66).

Diante dessas perspectivas, o modelo do TPACK atribui à importância de integrar a tecnologia no ensino não apenas como uma ferramenta adicional, mas como parte constituinte do processo de ensino e aprendizagem. Neste sentido, os questionamentos *quando? para quê? como integrar a tecnologia no ensino?* devem ser considerados no momento do planejamento de uma atividade didática. Esta visão assegura o professor quanto à relevância de utilizar ou não a tecnologia como um conhecimento que favoreça a aprendizagem. Sendo assim, a estrutura do TPACK pode ser utilizada em duas perspectivas: (i) obter informações sobre o conhecimento do professor ao integrar a tecnologia à sua prática didática; (ii) orientar a formação docente para a integração da tecnologia em sala de aula.

Segundo Mishra e Koehler (2006), o TPACK é a base para desenvolver um ambiente que propicie a aprendizagem, pois este modelo:

*[...] torna os conceitos difíceis ou fáceis de aprender e como a tecnologia pode ajudar a corrigir alguns dos problemas que os alunos enfrentam; conhecimento dos conhecimentos prévios dos alunos e teorias da epistemologia; e conhecimento de como as tecnologias podem ser usadas para construir sobre o conhecimento existente e desenvolver novas epistemologias ou fortalecer as antigas (MISHRA; KOEHLER, 2006, p. 1029).*

Ou seja, o TPACK como referencial para organizar e desenvolver atividades didáticas traz ao professor possibilidades para representar os conceitos abstratos de ensinar e aprender; identificar conhecimentos prévios dos estudantes, bem como corrigir possíveis concepções equivocadas do conhecimento científico; fortalecer antigas e desenvolver novas epistemologias.

Assim, este modelo difere do especialista em tecnologia e do conhecimento pedagógico geral partilhado por professores em todas as disciplinas, pois propõe um ensino que desenvolva as relações entre tecnologia, conteúdo e pedagogia de maneira diferenciada, respeitando estratégias específicas para diferentes contextos, representações e conceitos.

Em resumo, o TPACK consiste em uma estrutura relacional e dinâmica que pode ser articulada com diferentes domínios do conhecimento profissional do professor. Quanto a essa característica, Koehler *et al.* (2014) argumentam que:

*O modelo do TPACK sugere que os professores precisam ter uma compreensão profunda de cada um dos componentes deste conhecimento, a fim de orquestrar e coordenar tecnologia, pedagogia e conteúdo para o ensino. Mais importante ainda, o TPACK é uma forma emergente de conhecimento que vai além do conhecimento do conteúdo, pedagógico e tecnológico tomados individualmente, mas que existe num relacionamento transacional dinâmico (KOEHLER *et al.*, 2014, p. 102).*

Nesta perspectiva, aprender a ensinar com tecnologia é um processo interativo e construtivo com o conhecimento do conteúdo e da pedagogia. Neste sentido, os cursos de formação de professores devem fornecer experiências para o futuro professor investigar, pensar, planejar, desenvolver e refletir. Em consonância com esta ideia, Tondeaur *et al.* (2012) defendem que a formação inicial de professores deve proporcionar experiências da integração tecnológica da sala de aula, ou seja, adotar estratégias eficazes para não somente a preparação em como usar a tecnologia, mas também discutir como ela pode ser utilizada para ensinar e aprender.

### III. Procedimentos Metodológicos

As revisões sistemáticas de literatura são estudos que permitem “mapear, encontrar, avaliar criticamente, consolidar e agregar os resultados de estudos primários relevantes [...], bem como identificar lacunas” (MORANDI; CAMARGO, 2015, cap. 6) sobre um tema de interesse para a pesquisa. Elas proporcionam uma perspectiva que permite ao pesquisador manter-se informado sobre as investigações em sua área de interesse.

Para desenvolver esta pesquisa de estudo de revisão de literatura, foram selecionadas duas bases de dados de acesso aberto que disponibilizam trabalhos publicados em língua portuguesa e estrangeira: (1) Periódicos CAPES; (2) Scientific Electronic Library Online – SciELO. Priorizamos estes portais de periódicos que indexam as mais variadas e relevantes fontes de pesquisa científica e acesso a textos completos de periódicos científicos de diversos países do mundo.

Para a identificação dos artigos foram utilizados alguns critérios de inclusão: (i) trabalhos científicos empíricos; (ii) publicações em língua estrangeira e portuguesa; (iii) acesso livre; (iv) artigos publicados entre o período de 2006 até 2021, pois o referencial foi proposto inicialmente em 2006, por Koehler e Mishra. A partir da publicação, este modelo teórico repercutiu na comunidade científica, com pesquisas, debates e posteriores adaptações.

Nesta primeira etapa de identificação dos artigos, estipulamos alguns termos de busca que se assemelham com o assunto em estudo, a saber: (1) TPACK; (2) CTPC; (3) professores de física; (4) physics teachers. Nesta busca, optamos por combinar os termos em equações de pesquisa com o auxílio do operador booleano “E” nos campos de busca de todas as bases de dados: “TPACK” E “physics teachers”; “TPACK” E “professores de física”; “CTPC” E “professores de física”. Os termos professores de Física/physics teachers são necessários devido à pluralidade de trabalhos envolvendo o assunto TPACK, mas em outras áreas do conhecimento (Matemática, Química, Biologia, Engenharia, Economia, Letras, entre outros).

Neste procedimento de identificação, selecionamos, inicialmente, 15 artigos acadêmico-científicos, que apresentam a combinação dos termos de busca em um ou mais de seus principais elementos constituintes (título, resumo e palavras-chave). A distribuição dos artigos nas diferentes bases de dados se encontra no Quadro 1 a seguir.

Quadro 1 – Resultado dos artigos nas duas bases de dados.

Base de dados	Publicações identificadas	Período das publicações
Periódico CAPES	15	2014 – 2021
SciELO	0 <sup>2</sup>	---

Fonte: dos autores.

Após a definição da amostra de artigos a ser analisada, a próxima etapa envolveu a organização deste conjunto de 15 artigos. Na etapa de seleção dos artigos, descartamos cinco trabalhos, por não possuírem acesso livre, assim, 10 artigos constituíram a amostra final. No Quadro 2, apresentamos algumas informações (autores, título e ano de publicação) dos artigos da amostra, bem como o código pelo qual iremos referenciá-los.

Quadro 2 – Artigos selecionados para a amostra.

Fonte: Periódico CAPES			
Código	Autores	Título	Ano de publicação
A1	Jang, Syh-Jong; Chang, Yahui	Exploring the technological pedagogical and content knowledge (TPACK) of Taiwanese university physics instructors.	2016
A2	Thohir, M. Anas	Designing Optical Spreadsheets- Technological Pedagogical Content Knowledge Simulation (S-TPACK): A Case Study of Pre-Service Teachers Course.	2018
A3	Mayer, Peter; Girwidz, Raimund	Physics Teachers' Acceptance of Multimedia Applications—Adaptation of the Technology Acceptance Model to Investigate the Influence of TPACK on Physics Teachers' Acceptance Behavior of Multimedia Applications.	2019
A4	Purwaningsih, E.; Nurhadi, D.; Masjkur, K.	TPACK development of prospective physics teachers to ease the achievement of learning objectives: A case study at the State University of Malang, Indonesia.	2019
A5	Nikmah, Syafridatun; Haroky, Faruq; Jumadi; Wilujeng, Insih; Kuswanto, Heru	Development of Android Comic Media for the Chapter of Newton's Gravity to Map Learning Motivation of Students.	2019
A6	Oktasari, Depi; Hediandah, Disa; Jumadi, Jumadi; Warsono, Warsono	Instructional Technology: Teacher's Initial Perception of TPACK in Physics Learning.	2020

<sup>2</sup> Na base de dados SciELO não encontramos nenhum trabalho que relacionasse o ensino de Física com o modelo TPACK. Isso não significa que não há trabalhos sobre o TPACK em outras áreas do conhecimento.



Fonte: Periódico CAPES			
Código	Autores	Título	Ano de publicação
A7	Ilmi, A. M.; Sukarmin; Sunarno, W.	Development of TPACK based-physics learning media to improve HOTS and scientific attitude.	2020
A8	Olga Lucía Godoy Morales	Una propuesta educativa basada en el tpack para la enseñanza, el aprendizaje y la evaluación del concepto de movimiento.	2021
A9	Yudi Guntara; Tubagus Hafid; Indah Fatika Sari.	Does TPACK Mastery Affect Teamwork Skills? A Causal-Comparative Study of Pre-Service Physics Teachers.	2021
A10	Rufaida, S.; Nurfadilah, N.	The effectiveness of hypercontent module to improve creative thinking skills of prospective physics teachers.	2021

Fonte: dos autores.

Na sequência, realizamos uma leitura detalhada dos resumos, com a intenção de assegurar se os artigos tratavam de investigações sobre a utilização do modelo TPACK no desenvolvimento de ações realizadas na formação de professores (inicial e/ou continuada). A partir desta leitura identificamos dois grupos de investigações, os quais correspondem aos seguintes critérios orientadores: (1) estudos que utilizam o modelo TPACK como base teórica nos programas de formação inicial ou continuada de professores de Física (artigos: A1; A2; A4; A6; A7; A9; A10); (2) estudos que utilizam o modelo TPACK como referencial para elaboração de propostas didáticas que são desenvolvidas em aulas da Educação Básica e/ou nos cursos de formação inicial ou continuada de professores de Física (artigos: A3; A5; A8; A10).

A última etapa do procedimento metodológico corresponde à análise dos 10 artigos contidos na amostra (Quadro 2). Primeiramente, estabelecemos os seguintes critérios de análise para coletar as informações necessárias e responder às três questões de pesquisa: (1) Intenções de pesquisa; (2) Aspectos metodológicos (fontes e instrumentos para coleta de informações); (3) Resultados da pesquisa.

No Quadro 3, exemplificamos como realizamos as etapas de coleta e tratamento das informações. Para este processo de análise, realizamos sequencialmente, três etapas que podem ser observadas a partir da segunda coluna do quadro: (1) identificar o trecho correspondente ao critério de análise; (2) sintetizar o trecho, em consonância com a descrição do autor; (3) categorizar as informações.

Quadro 3 – Exemplo das etapas de coleta e tratamento das informações.

<b>Caracterização das INTENÇÕES DE PESQUISA (objetivo da pesquisa, problemas/questões da pesquisa).</b>			
<b>Códi- go</b>	<b>Intenção de pesquisa</b>	<b>Descrição/síntese</b>	<b>Categoria</b>
<b>A10</b>	<p>• <b>Resumo</b> Este estudo visa analisar a eficácia do módulo de hiperconteúdo para melhorar as habilidades de pensamento criativo de futuros professores de física.</p> <p>• <b>P.3, §1</b> Este tipo de estudo é uma pesquisa pré-experimental, que visa analisar a eficácia do uso do módulo de hiperconteúdo para melhorar as habilidades de pensamento criativo de futuros professores de física com um grupo design pós-teste de pré-teste.</p>	<p>Analisar a eficácia do módulo de hiperconteúdo para melhorar as habilidades de pensamento de futuros professores de Física.</p>	<p>Identificar potencialidades de materiais didáticos apoiados no modelo TPACK.</p>

Fonte: dos autores.

Após realizar este processo com os 10 artigos, fixamos a nossa atenção ao item “categoria”, na condição de realizarmos possíveis agrupamentos entre os artigos que apresentavam semelhanças. Assim, para cada critério de análise, as categorias passaram por atualizações com idas e vindas ao artigo e ao quadro analítico de caracterização (Quadro 3), até chegar à sua versão final.

#### **IV. Discussão dos artigos**

Nesta seção, apresentamos possíveis respostas para as três questões de pesquisa, organizadas por uma análise descritiva, apresentando as categorias de análise e suas definições fundamentadas nas especificações identificadas nos artigos.

##### **IV.1 Quais são as tendências das produções acadêmico-científicas referentes ao modelo TPACK?**

Com a análise das intenções de pesquisa dos 10 artigos da amostra, estabelecemos 05 categorias que demonstram a tendência das produções que investigaram o desenvolvimento do modelo TPACK no âmbito do Ensino Superior e da Educação Básica. O Quadro 4 representa as categorias dos artigos analisados e seus respectivos percentuais de agrupamento.

Quadro 4– Categorias das Intenções de Pesquisa.

CATEGORIA – INTENÇÕES DE PESQUISA		
Artigo	Categoria	Percentual
A1	Identificar possíveis características do TPACK de professores de Física.	10%
A2	Identificar potencialidades de materiais didáticos apoiados no modelo TPACK.	30%
A8		
A10		
A3	Identificar fatores que condicionam professores de Física a utilizarem o modelo TPACK.	20%
A6		
A4	Relacionar a contribuição dos elementos do TPACK com o desenvolvimento de ações.	20%
A9		
A5	Identificar indicativos de aprendizagem propiciada pelo modelo TPACK.	20%
A7		

Fonte: dos autores.

Observamos que o artigo A1 não apresenta semelhanças às outras produções da amostra, logo é o único envolvido na categoria “*identificar possíveis características do TPACK de professores de Física*”. Neste sentido, a pesquisa de Jang e Chang (2016) esteve pautada na discussão sobre os tipos de conhecimentos que fundamentam o modelo TPACK e, nesta perspectiva, os autores procuraram apontar características do TPACK de professores universitários de Física. Assim, os objetivos da investigação foram: (i) identificar possíveis discordâncias sobre o desenvolvimento do modelo TPACK no ensino, comparando as percepções de estudantes universitários com as percepções de seus professores de Física; (ii) avaliar a diferença do TPACK dos professores de Física, mediante o gênero, grau acadêmico e experiência de ensino em Taiwan.

A segunda categoria “*identificar potencialidades de materiais didáticos apoiados no modelo TPACK*” representa 30% da amostra e engloba os trabalhos que apontam materiais didáticos que estejam apoiadas no modelo TPACK e auxiliem significativamente no processo de aprendizagem tanto de estudantes do Ensino Superior quanto da Educação Básica. Nesta perspectiva, 03 artigos estão nesta categoria, a saber: **A2 – Thohir (2008)**; **A8 – Morales (2021)**; **A10 – Rufaida e Nurfadilah (2021)**. Estes trabalhos propuseram como intenção de pesquisa apontar contribuições/potencialidades/características da utilização de materiais didáticos baseados no modelo TPACK para o processo de ensino e aprendizagem.

A pesquisa de Thohir (2008) caracterizou possíveis contribuições do TPACK de futuros professores de Física, no desenvolvimento de uma atividade didática sobre conceitos

referentes ao conteúdo de Óptica, a qual desencadeou a construção de uma planilha de simulação (S-TPACK). Esta planilha apresenta um panorama de como o futuro professor realizou a integração de cada componente do TPACK durante o desenvolvimento da proposta educacional. Construída em Excel 2016, permite a modelagem e análise do controle de intensidade dos conhecimentos tecnológico, pedagógico e do conteúdo, bem como da integração dos conhecimentos: pedagógico do conteúdo; tecnológico do conteúdo; pedagógico da tecnologia; tecnológico pedagógico do conteúdo.

O estudo de Morales (2021) envolveu a implementação de uma atividade didática voltada para o estudo do “Movimento”, a qual utilizou como recurso tecnológico, o simulador “O homem em movimento” da plataforma digital Phet Colorado. O autor identificou as potencialidades da integração entre ensino, aprendizagem e avaliação do conceito de Movimento, por meio de uma atividade didática fundamentada no modelo TPACK.

Explorando a eficácia da utilização de recursos tecnológicos no processo de ensino e aprendizagem, Rufaida e Nurfadilah (2021) desenvolveram o Módulo de Hiperconteúdo<sup>3</sup>, um recurso de aprendizagem que integra os elementos do modelo TPACK, por meio de apresentações, texto, vídeo, imagens e exercícios. Os autores propuseram identificar as potencialidades deste material como um meio de alfabetização tecnológica, para melhorar as habilidades de pensamento no processamento de informações de futuros professores de Física.

A categoria “*identificar fatores que condicionam professores de Física a utilizarem o modelo TPACK*” corresponde aos trabalhos que analisaram fatores ligados ao desenvolvimento de situações pedagógicas (utilização de recursos tecnológicos, estratégia didáticas, metodologias ativas) e àqueles referentes ao desenvolvimento de ações ao inserir o modelo TPACK no processo de ensino e aprendizagem. Nesta perspectiva, 02 artigos estão nesta categoria, a saber: **A3 – Mayer e Girwidz (2019)**; **A6 – Depi e Jumadi (2020)**.

A pesquisa de Mayer e Girwidz (2019) trouxe como proposta caracterizar a influência do conhecimento tecnológico de professores de Física, por meio do seu comportamento de aceitação do TPACK, como um modelo de tecnologia adaptado. Para tanto, articulou o conceito do Modelo de Aceitação de Tecnologia (Davis, 1986)<sup>4</sup> com o modelo TPACK. O trabalho de Depi e Jumadi (2020) buscou trazer as percepções dos professores de Física quanto à aprendizagem dos estudantes, ao desenvolver situações pedagógicas baseadas no modelo TPACK.

Os artigos **A4 – Purwaningsih et al. (2021)** e **A9 – Guntara et al. (2021)** assemelham-se no interesse de “*identificar a contribuição dos elementos do TPACK no*

---

<sup>3</sup> Com base na conceituação de Rufaiada e Nurfadilah (p.2, 2021), o módulo de hiperconteúdo “[...] fornece recursos de aprendizagem que integram tecnologia, conhecimento de conteúdo material e elementos pedagógicos em um módulo.”. Ou seja, é um ambiente virtual de aprendizagem em que o estudante tem acesso a diferentes recursos didáticos.

<sup>4</sup> O Modelo de Aceitação de Tecnologia (TAM) e sua extensão para o Modelo de Aceitação de Tecnologia 2 (TAM2) e Teoria Unificada de Aceitação e Uso de tecnologia (UTAUT) (Venkatesh e Davis, 2000; Venkatesh et al., 2003) explicam os determinantes do comportamento de um indivíduo que aceita as tecnologias da computação.

*desenvolvimento de ações*”. Os elementos do TPACK estão associados à utilização de estratégias didáticas, recursos tecnológicos, metodologias ativas, materiais didáticos em plataformas virtuais (Moodle; Edmodo) e habilidades de trabalho, no desenvolvimento da prática docente.

A pesquisa de Purwaningsih *et al.* (2021), foi realizada durante a disciplina “Desenvolvimento do Programa de Aprendizagem de Física”, ofertado pelo Programa de Estudos de Educação em Física, Universidade Estadual de Malang, Indonésia. Neste contexto, foi realizada uma investigação na produção de uma atividade didática, voltada para a utilização da Tecnologia de Informação e Comunicação (TIC), com a finalidade de articular a tecnologia educacional no ensino dos conteúdos. Segundo os autores, a produção envolveu 05 etapas:

*(1) Descrição do conteúdo de física usando mapeamento de conceitos e CoRe. (2) Elaboração do plano de aula com base no problema. (3) Avaliação pelos pares e progresso do projeto. (4) Implementação do plano de aula. (5) Reflexão e avaliação (PURWANINGSIH et al. 2021, p. 4-5).*

Para avaliar as etapas, os autores propuseram identificar indicativos da compreensão dos futuros professores de Física, ao utilizar o TPACK como um modelo para planejar e desenvolver aulas de Física.

O trabalho de Guntara *et al.* (2021) envolveu a aplicação de um projeto fundamentado em estratégias que utilizam multimídia interativa em aplicativos Android e computadores, para a aprendizagem de conceitos físicos. Este projeto foi desenvolvido na disciplina “Aprendizagem Multimídia” e investigou a relação entre o domínio do TPACK e as habilidades de trabalho em equipe – comunicação, criatividade, atitude, cognição – esses mobilizados durante o desenvolvimento de ações, na condição de relacioná-los como meios que facilitam ou impossibilitam a inserção do modelo TPACK.

Na categoria “*identificar indicativos da aprendizagem propiciada pelo modelo TPACK*”, foram incluídos os artigos que apontam indicativos de aprendizagem, isso significa identificar elementos que podem facilitar o processo de representação do conteúdo, ao utilizar recursos tecnológicos baseados no modelo TPACK. Nesta perspectiva, identificamos 02 artigos: **A5 – Nikman *et al.* (2019)** e **A7 – Ilmi *et al.* (2020)**.

Nikman *et al.* (2019) investigaram a motivação dos estudantes a respeito da aprendizagem sobre o assunto Gravidade de Newton, mediante a aplicação de uma atividade didática com mídia em quadrinhos. Segundo os autores, “o produto desenvolvido refere-se aos três componentes principais do TPACK, a saber, o conteúdo, a pedagogia e a tecnologia.” (NIKMAN *et al.*, 2019, p. 2).

O estudo de Ilmi *et al.* (2020) identificou fatores que influenciam a melhora das Habilidades de Pensamento de Ordem Superior (HOTS) e atitudes científicas de estudantes, ao implementar o produto didático de mídia fundamentada no modelo TPACK. Segundo os autores, este produto didático envolvendo mídias corresponde ao “laboratório virtual que

processa os dados da simulação e nos dá o gráfico a ser analisado pelo aluno” (ILMI *et al.*, 2020, p. 3), que envolve a manipulação de planilhas de Excel, cálculo matemático, tabela, gráficos e a simulação.

#### IV.2 Quais são os contextos de coleta envolvidos nos estudos sobre o modelo TPACK?

Para responder esta questão, consideramos dois elementos envolvidos no processo do desenvolvimento da pesquisa: (i) as fontes para a coleta de informações; (ii) os instrumentos aplicados para a coleta de informações.

Consideramos as “fontes” como possíveis meios que nos permitem conceder informações necessárias à pesquisa, ou seja, mediante a manifestação (textual e/ou oral) de sujeitos em diferentes espaços (sala de aula, escola, locais públicos, entre outros.) e/ou em diferentes documentos (atividades, planos de aula, diários de bordo, cartas, entre outros.). Para tanto, para coleta destas informações é necessário à utilização de “instrumentos” específicos, os quais podem ser do tipo: questionários, entrevistas, roteiros de observações e roteiros de análise textual. No Quadro 5, apresentamos os tipos de sujeitos que os artigos utilizaram como fontes para coleta de informação.

Quadro 5 – Categorias dos “sujeitos” como fonte de informação.

Informações referentes à categoria das “Fontes”		
Artigos	Tipo de fonte detalhada	Categoria
A2	<b>Thohir (2018)</b> – 03 licenciandos em Física que estavam cursando uma disciplina de Ótica, na Universidade Estadual de Yogyakarta.	Licenciandos em Física
A4	<b>Purwaningsih <i>et al.</i> (2021)</b> – 18 licenciandos em Física matriculados na disciplina de “Desenvolvimento do Programa de Aprendizagem de Física”, da Universidade Estadual de Malang, Indonésia.	
A9	<b>Guntara <i>et al.</i> (2021)</b> – 33 licenciandos em Física, da Universidade de Sultan Ageng Tirtayasa e da Universidade Mulawarman.	
A10	<b>Rufaida e Nurfadilah (2021)</b> – 16 estudantes do Departamento de Educação em Física, da Universidade de Makassar.	
A1	<b>Jang e Chang (2016)</b> – 145 professores de Física da Universidade de Taiwan do norte, centro e sul que lecionaram ou estão ativos nos cursos de Física Geral.	Prof. de Física do Ensino Superior
A6	<b>Depi e Jumadi (2020)</b> – 33 professores de Física que atuam em diferentes províncias da Indonésia.	
A5	<b>Nikman <i>et al.</i> (2019)</b> – 18 estudantes do Ensino Médio.	Estudantes do Ensino Médio
A7	<b>Ilmi <i>et al.</i> (2020)</b> – 51 Estudantes do Ensino Médio; 03 professores de Física participaram como fonte	

Informações referentes à categoria das “Fontes”		
Artigos	Tipo de fonte detalhada	Categoria
	secundária.	
A3	<b>Mayer e Girwidz (2019)</b> – 174 professores de Física, que exercem a docência em escolas de Ensino Médio da cidade de Munique na Alemanha.	Prof. de Física da Educação Básica
A8	<b>Morales (2021)</b> – Estudantes do curso Meio Ambiente e Recursos Naturais e que estavam matriculados na disciplina de Mecânica Newtoniana.	Estudante do Ensino Superior

Fonte: dos autores.

Nesta análise sistemática referente aos tipos de sujeitos como fonte para coleta de informações, observamos uma predominância de trabalhos voltados para a formação inicial, uma vez que 40% das pesquisas foram realizadas com “licenciandos em Física”. Este resultado é positivo, pois o desafio para os programas de formação de professores é preparar os futuros professores para ensinar a partir de uma estrutura de conhecimento que integre o conteúdo, a pedagogia e a tecnologia, para que o futuro professor desenvolva a compreensão do conteúdo específico em articulação com a tecnologia, e isso significa ensiná-lo com tecnologia (NIESS, 2005).

No que tange à participação dos professores de Física nas pesquisas, observamos um percentual de 20% da amostra interessado em coletar informações de “professores de Física do Ensino Superior”. Por outro lado identificamos que ainda há poucas pesquisas direcionadas para o “professor de Física da Educação Básica”, o que ressalta a importância de explorar estudos no âmbito da formação continuada e conseqüentemente desenvolver cursos formativos sobre a integração da tecnologia no ensino.

No que corresponde aos estudantes como participantes na pesquisa, verificamos a existência de dois artigos (20%) da amostra com o direcionamento voltado aos “estudantes do Ensino Médio”. Enquanto que apenas uma pesquisa, A8 é voltada para coletar informações de “estudantes do Ensino Superior”, sendo que esses são estudantes do curso Meio Ambiente e Recursos Naturais, matriculados na disciplina de Mecânica Newtoniana.

A escolha destas fontes envolveu a aplicação de instrumentos específicos, os quais guiaram o processo de investigação destas pesquisas. A Fig. 2 mostra a porcentagem das categorias referentes aos instrumentos utilizados para coletar informações dos sujeitos de pesquisa.

Identificamos que nas pesquisas dos artigos A2, A4 e A6 os autores utilizaram mais de um instrumento para a investigação. **Thohir (2018) (A2)** recorreu a três tipos de instrumentos: questionário, entrevista e atividades produzidas pelos licenciandos em Física. **Purwaningsih et al. (2021) (A4)** fizeram o uso da entrevista, do plano de aula e da declaração oral dos futuros professores mediante a observação. **Depi e Jumadi (2020) (A6)** aplicaram dois instrumentos: questionário e entrevista com os estudantes. A escolha por atribuir mais de

um instrumento para o processo de coleta de informações possibilita que o pesquisador obtenha perspectivas teóricas em diferentes momentos da pesquisa, aspecto que permite a realização da técnica de triangulação para consolidar suas conclusões a respeito do objeto de estudo.

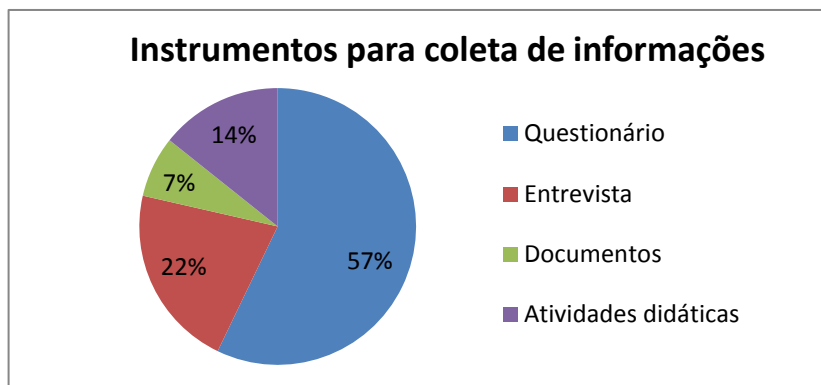


Fig. 2 – Percentual das categorias dos Instrumentos. Fonte: dos autores.

Como podemos observar, há uma pluralidade de trabalhos que utilizaram o “questionário” como o instrumento para coleta de informações, os artigos **A1, A2, A3, A5, A6, A7, A9 e A10** representam 57% da amostra.

**Jang e Chang (2016) (A1)** aplicaram um questionário com 23 itens para avaliar as autopercepções dos instrutores universitários sobre o TPACK, este foi dividido em três categorias: (1) Conhecimento da matéria de ensino (Subject Matter Knowledge – SMK); (2) Representação instrucional e estratégias (Instructional Representation and Strategies – IRS); (3) Integração e aplicação de tecnologia (Technology Integration and Application – TIA). A aplicação do questionário envolveu 182 professores universitários, porém foram considerados 145 questionários, pois estes continham todas as informações respondidas. Para análise foi realizado uma comparação entre os resultados do questionário respondido pelos professores e os resultados do questionário respondido pelos estudantes, este último refere-se a um trabalho anterior desenvolvido por Jang e Chen (2013).

Na pesquisa de **Thohir (2018) (A2)** o questionário em escala Likert objetivou coletar informações referentes às possíveis relações entre a produção da atividade didática sobre conceitos da Óptica e os resultados adquiridos na planilha de simulação S-TPACK. Este questionário foi respondido pelos 03 licenciandos em Física.

**Mayer e Girwidz (2019) (A3)** utilizaram um questionário de 74 itens sobre o modelo TPACK e sobre o modelo TAM<sup>5</sup> voltados para o uso de aplicativos multimídia no

---

<sup>5</sup> O Modelo de Aceitação de Tecnologia (TAM) e sua extensão para o modelo TAM2/UTAUT é uma adaptação da Teoria da Ação Racional (TRA), que por sua vez é uma teoria desenvolvida no campo da psicologia social que explica o comportamento de uma pessoa por meio de suas intenções.



ensino de física nas escolas, sendo que 10 itens envolviam questões sociodemográficos. Os itens do questionário foram adaptados de diferentes pesquisas, os quais envolveram 13 categorias: (1) relevância do trabalho pessoal; (2) utilidade percebida para os alunos; (3) percepção de facilidade de uso; (4) utilidade pessoal percebida; (5) intenção comportamental; (6) comportamento de aceitação; (7) conhecimento do conteúdo; (8) conhecimento pedagógico do conteúdo; (9) conhecimento pedagógico; (10) conhecimento tecnológico pedagógico do conteúdo; (11) conhecimento tecnológico do conteúdo; (12) conhecimento pedagógico da tecnologia; (13) conhecimento tecnológico. Este instrumento foi aplicado com 174 professores de Física da Educação Básica.

**Nikman et al. (2019) (A5)** desenvolveram uma atividade didática com mídia digital sobre a Gravidade de Newton, logo para coletar informações desta atividade aplicaram um questionário para 18 estudantes, com a intenção de validar suas motivações na aprendizagem.

Em outro estudo, **Depi e Jumadi (2020) (A6)** implementaram um estudo preliminar com aplicação de um questionário no formulário Google, com a intenção de analisar as necessidades e problemas enfrentados pelos estudantes na aprendizagem de conceitos físicos na escola. Esta etapa envolveu a participação de 112 estudantes do Ensino Médio como fonte secundária e contribuiu para a elaboração das questões que subsidiaram a entrevista dos 33 professores de Física.

Na pesquisa de **Ilmi et al. (2020) (A7)** um projeto sobre as Habilidades de Pensamento de Ordem Superior (HOTS) e atitude científica foi validado, aplicado e avaliado pelas fontes secundárias (professores de Física). O projeto HOTS corresponde ao “laboratório virtual que processa os dados da simulação e nos dá o gráfico a ser analisado pelo aluno” (ILMI et al., 2020, p. 3). Logo, envolve a manipulação dos estudantes em planilhas de Excel, tabela, gráficos e simulação. Inicialmente, o questionário foi aplicado com um grupo pequeno (05 estudantes), na condição de realizar possíveis ajustes. Posteriormente, o projeto HOTS foi desenvolvido e avaliado por meio da aplicação do questionário com o grande grupo (51 estudantes).

Na investigação de **Guntara et al. (2021) (A9)**, foram enviados dois questionários aos 33 licenciandos em Física, por meio da plataforma Formulário Google, em dois momentos distintos da pesquisa, a saber: (i) primeiro foi entregue um questionário em escala Likert, com a intenção de medir o domínio TPACK dos licenciandos para a realização do planejamento do projeto multimídia; (ii) o segundo questionário visou verificar as habilidades dos licenciandos com o trabalho em equipe.

Na pesquisa de **Rufaida e Nurfadilah (2021) (A10)**, foram aplicados questionários com abordagem de testagem em dois momentos da pesquisa. Primeiramente, um questionário inicial para medir a variável dependente das habilidades de pensamento criativo, na sequência, foram implementados os módulos de hiperconteúdo e, para finalizar, a realização de um questionário para avaliar os resultados e/ou impactos da variável dependente. Estes dois momentos contaram com a participação de 16 licenciandos em Física.

No processo de coleta das pesquisas de **A2** e **A8** foi utilizado como instrumento às atividades didáticas aplicadas aos sujeitos de pesquisa. **Thohir (2008) (A2)** coletou informações da atividade didática tecnológica sobre um conceito da Óptica, produzidas pelos 03 licenciandos em Física, por meio de planilhas de simulação S-TPACK. Para avaliar as planilhas de simulação, utilizou um roteiro de análise com escala Likert de cinco pontos (discordo totalmente; discordo; não concordo e nem discordo; concordo; concordo totalmente). O preenchimento deste roteiro foi realizado pelos sujeitos de pesquisa, na posição de avaliadores. Na sequência, as informações coletadas foram confirmadas por meio das entrevistas não estruturadas com os sujeitos de pesquisa.

Enquanto que na investigação de **Morales (2021) (A8)** o instrumento para coleta de informações envolveu uma sequência com atividades didáticas integradas ao simulador Phet Colorado (“O homem em movimento”) para o ensino sobre o conceito de “Movimento”. Para coletar as informações, foi entregue aos estudantes um roteiro com perguntas descritivas e interpretações gráficas, as quais foram respondidas durante a aplicação da proposta (48 horas de encontro).

As pesquisas **A2**, **A4** e **A6** que representam 22% das pesquisas, coletaram dados por meio da aplicação de “entrevista”. **Thohir (2008) (A2)** fez o uso da entrevista não estruturada com o objetivo de analisar e/ou corroborar as informações prescritas pelos sujeitos que avaliaram as planilhas S-TPACK referentes à atividade didática desenvolvida pelos outros participantes da pesquisa. Na pesquisa de **Purwaningsih et al. (2021) (A4)**, foi aplicado uma entrevista com os 18 licenciandos em Física. **Depi e Jumadi (2020) (A6)** utilizaram a entrevista, com a intenção de relacionar o perfil dos professores com o uso do TPACK como base teórica para as atividades de aprendizagem de física. A entrevista foi realizada com 33 professores de Física da Educação Básica, que atuam em diferentes províncias da Indonésia.

Na pesquisa de **Purwaningsih et al. (2021) (A4)**, os planos de aula construídos pelos 18 licenciandos em Física, durante a disciplina “Desenvolvimento do Programa de Aprendizagem de Física” (DPAF), foi um dos instrumentos utilizado para coleta de informações. Os autores não mencionaram o tipo de roteiro de análise, porém relataram que “[...] a preparação das ferramentas instrucionais nesta fase foi baseada nos mapas conceituais e no CoRe.” (PURWANINGSIH *et al.*, 2021, p. 4). De acordo com os autores, os mapas conceituais e o CoRe implicaram em “[...] trazer uma compreensão do conteúdo da física e a seleção dos tópicos a serem abordados.” (PURWANINGSIH *et al.*, 2021, p. 4). Da mesma forma, os mapas conceituais e o CoRe foram utilizados como uma ferramenta para estimular o raciocínio pedagógico do professor no planejamento de uma atividade integrada com um recurso da TIC. Para a implementação do plano de aula, os futuros professores atuaram na posição de professor e apresentaram a sua aula na disciplina de DPAF. Dessa forma, suas ações da prática didática foram observadas pelos demais sujeitos de pesquisa e pelo professor da disciplina, que utilizaram um terceiro instrumento, o roteiro de observação. As informações contidas nestes roteiros foram analisadas pelos autores da pesquisa.

### IV.3 O TPACK pode ser um modelo eficaz para o ensino de Física? O que os estudos mostram?

Para responder esta questão retornamos as intenções de pesquisa apresentadas no Quadro 4, na condição de discutir os resultados alcançados pelos estudos. O objetivo do estudo de **Jang e Chang (2016) (A1)**, categorizado por “identificar possíveis características do TPACK de professores de Física”, trouxe considerações sobre as diferentes percepções entre professores e estudantes universitários a respeito do desenvolvimento de práticas didáticas orientadas pelos conhecimentos que definem o modelo TPACK. Os resultados para o fator **SMK** (Subject Matter Knowledge – Conhecimento da Matéria) ficaram centrados na “mudança de atitude instrucional” e na “articulação dos conceitos físicos com situações da sociedade”. Os estudantes assumem que relacionar conceitos da Física com situações do cotidiano é uma boa estratégia didática para a aprendizagem, no entanto os professores apresentam uma posição contrária, para eles “[...] a instrução pode ser uma dificuldade no ensino real.” (JANG; CHANG, 2016, p.116). Na perspectiva dos estudantes, o professor tende a mudar sua prática didática conforme as reações dos estudantes em aula, no entanto os professores argumentam que suas metodologias são inalteradas, pois já estão naturalizadas na sua maneira de conduzir as aulas.

Para o fator **IRS** (Instructional Representation and Strategies – Representação Instrucional e Estratégias) as repostas direcionam as percepções referentes ao: desenvolvimento do conhecimento prévio dos estudantes; abordagens de diálogo com os estudantes; procedimentos de avaliação. Os professores não apresentaram a mesma percepção que os estudantes quanto aos conhecimentos prévios, logo consideram que “[...] todos têm níveis diferentes e parece que é difícil reconhecer com precisão conhecimento prévio de cada aluno.” (JANG; CHANG, 2016, p. 116). No que tange aos momentos da aula direcionados para a definição dos conceitos, os professores defendem a ideia de não liberar espaços para os estudantes expressarem suas ideias, assim indicam que “[...] a física é mais difícil e eles aproveitam o tempo para continuar fazendo o progresso.” (JANG; CHANG, 2016, p. 116). Na percepção referente aos procedimentos de avaliação, os professores defendem a ideia de que “[...] testes escritos tradicionais são comumente usados e não há avaliações múltiplas.” (JANG; CHANG, 2016, p. 116). Assim, diferentemente do pensamento dos estudantes, os professores destacam que não há possibilidade de avaliar a aprendizagem dos estudantes por meio destes testes.

O fator **TIA** (Technology Integration and Application – Integração e Aplicação da Tecnologia) corresponde à concepção sobre a tecnologia e o que significa ensinar com tecnologia. Com base nas questões do questionário, estas percepções envolvem a utilização de multimídia, tecnologias da *web*, bem como a escolha destes recursos tecnológicos para melhorar o processo de ensino e aprendizagem, e as maneiras utilizadas para integrar com o conteúdo e a pedagogia. Quanto à percepção dos estudantes e dos professores sobre este fator, os autores afirmaram apenas que “o fator TIA das percepções dos estudantes universitários é

o mesmo que o fator TIA dos professores universitários.” (JANG; CHAN, 2016, p. 116). Como conclusão os autores consideram que este estudo não permite mostrar o TPACK dos professores, mas contribui para “a construção de bases teóricas e o desenvolvimento de um instrumento de avaliação da percepção de professores universitários de física sobre seu TPACK.” (JANG; CHANG, 2016, p. 117).

Os artigos **A2**, **A8** e **A10** se propuseram “identificar potencialidades de materiais didáticos apoiados no modelo TPACK”. Os resultados do artigo A2 estão apontados para as potencialidades de identificar a coerência da integridade dos elementos do modelo TPACK em materiais fundamentados neste modelo. Enquanto que, os resultados das pesquisas dos artigos A8 e A10 destacam algumas contribuições que a integração da tecnologia no ensino proporciona aos estudantes.

A pesquisa de **Thohir (2018) (A2)** está apoiada nas planilhas S-TPACK que envolvem o desempenho da atividade didática tecnológica para o ensino de conceitos referentes ao conteúdo da Óptica, realizada por 03 licenciandos em Física (Amin, Chika, Budi). Os resultados mostram o grau de integridade dos elementos que constituem o modelo TPACK nas propostas realizadas pelos licenciandos. Thohir (2018) assegura que: (i) o sucesso no projeto envolve o conhecimento do conteúdo, apropriado ao conhecimento pedagógico e tecnológico; (ii) fatores como a criatividade e a imaginação auxiliam “[...] a integrar habilidades tecnológicas ao conhecimento de tópicos de física e conhecimento pedagógico ao mesmo tempo.” (THOHIR, 2018, p. 32); (iii) fatores como a confiança e auto eficácia são necessários para alcançar um projeto ideal.

**Morales (2021) (A8)** assegura que o desenvolvimento de atividades didáticas, estruturadas no modelo TPACK, permite a articulação entre os três eixos: ensino, aprendizagem e avaliação. Para a autora, a proposta educacional, articulada no modelo TPACK, trouxe uma perspectiva diferente de ensino, pois a integração do simulador permite que os estudantes obtenham “[...] maior compreensão dos conceitos, pode usá-los para resolver problemas não só teórico, mas prático e/ou experimental.” (MORALES, 2021, p. 17).

**Rufaiada e Nurfadilah (2021) (A10)** relataram que as alternativas oferecidas pelo Módulo Hiperconteúdo “[...] mídia de apresentação e vídeos para alunos com estilos de aprendizagem visuais e audiovisuais [...] o módulo de hiperconteúdo pode apresentar vídeos experimentais simples para alunos com um estilo de aprendizagem cinestésico.” (RUFAlADA; NURFADILAH, 2021, p. 8), propiciaram um aumento nas habilidades de pensamento criativo dos licenciandos em Física e permitem estilos de aprendizagem diferentes.

Os objetivos de pesquisa dos artigos **A3** e **A6** procuraram “identificar fatores que condicionam professores de Física a utilizarem o modelo TPACK”. Logo, os resultados trouxeram algumas especificidades e limitações que influenciam o desenvolvimento do modelo TPACK no ensino.

**Mayer e Girwidz (2019) (A3)** destacaram que a utilização de recursos tecnológicos é condizente ao estilo dos professores, o qual é caracterizado por alguns elementos: pensamentos, habilidades, predisposição, competências, entre outros. Os resultados desta pesquisa correspondem à relação entre o conceito do Modelo de Aceitação de Tecnologia (Davis, 1986)<sup>6</sup> e o modelo TPACK. Na condição de utilizar um aplicativo multimídia, Mayer e Girwidz (2019) destacam que a "facilidade percebida de uso" influencia a "intenção comportamental". Segundo os autores, "professores de física têm uma compreensão mais profunda de tecnologias modernas e são capazes de compreender as diferentes possibilidades que as tecnologias modernas podem oferecer." (MAYER; GIRWIDZ, 2019, p. 8). Além disso, os professores que apresentam um forte TPACK se encarregam de utilizar aplicativos multimídia em aula, pois possuem conhecimento pedagógico sobre o uso de tecnologia.

Em outro estudo, **Depi e Jumadi (2020) (A6)**, revelaram que os professores de Física da Educação Básica apresentaram uma boa compreensão sobre os conhecimentos que compreendem o TPACK, bem como suas definições. No entanto existem algumas limitações que impossibilitam a integração da tecnologia no ensino, a saber: (i) ausência de dispositivos tecnológicos instalados nos espaços escolares; (ii) limitações no tempo e nas habilidades para produzir e desenvolver atividades envolvendo recursos tecnológicos.

Os artigos **A4 e A9** se propuseram em "relacionar a contribuição dos elementos do TPACK com o desenvolvimento de ações", os resultados destas pesquisas destacam que ao realizar atividades integradas com tecnologia, os sujeitos de pesquisa, desenvolveram atitudes motivadoras, criativas e comunicativas. Os resultados de **Purwaningsih et al. (2021) (A4)** mostraram que durante as etapas da implementação dos planos de aula, os licenciandos fizeram o uso de diferentes recursos tecnológicos:

*A maioria dos candidatos a professores de física apresentou vídeos sobre tópicos relacionados em discussão [...] Para as atividades principais, foram feitas várias variações, a saber: fazer animações e simulações [...]. Alguns candidatos a professores de física usaram o programa PHET para conduzir experimentos sobre vibrações, ondas, fluxos de elétrons, circuitos elétricos e outros. [...] Os candidatos a professores de física também prepararam materiais didáticos na forma de e-books (livros eletrônicos) e utilizaram o Edmodo e o Moodle para comunicar tarefas ou realizar discussões. Alguns até desenvolveram programas para que o material didático possa ser acessado em telefones Android (PURWANINGSIH et al., 2021, p. 7-8; grifos nossos).*

Estes indicativos revelam os diferentes recursos tecnológicos integrados às atividades iniciais, principais e de fechamento, que os licenciandos em Física permitiram desafiar-se para integrar diferentes tipos de TIC no ensino. Segundo os autores "[...] a compreensão do TPACK pode encorajar os candidatos a professores de física a se tornarem criativos usando a

---

<sup>6</sup> Referência citada pelos autores.

ajuda da tecnologia para facilitar e acelerar a realização dos objetivos.” (PURWANINGSIH *et al.*, 2021, p. 8). Assim, quando o modelo TPACK é trabalhado nos curso de formação inicial e corretamente entendido pelos futuros professores, a sua propagação no ensino tende a incentivar os professores com atitudes criativas, desafiadoras e que facilitem o desenvolvimento da sua prática didática.

Os resultados de pesquisa de **Guntara *et al.* (2021) (A9)** destacam que há relação entre os conhecimentos que conceituam o modelo TPACK e as habilidades no trabalho em equipe. Esta relação foi observada entre a habilidade “comunicação” com o conhecimento tecnológico e com o conhecimento tecnológico do conteúdo. Por exemplo, no desenho da conclusão do projeto, os licenciandos em Física que possuem “[...] expertise em tecnologia tendem a se comunicar de forma eficiente, principalmente ao discutir e ensinar colegas de equipe.” (GUNTARA *et al.*, 2021, p. 6). Na relação com o trabalho em equipe os “[...] alunos com boas habilidades em tecnologia tentam desenvolver ideias e ensinar outros alunos sem ofender a equipe.” (GUNTARA *et al.*, 2021, p. 7). Em ambas as situações a habilidade “comunicação” foi relevante para o desenvolvimento das ações envolvendo a manipulação com tecnologias.

Os objetivos de pesquisa dos artigos **A5 e A7** propuseram “identificar indicativos de aprendizagem propiciada pelo modelo TPACK”. Logo, os resultados destacam como atividades didáticas envolvendo mídias com simulação e em formato de história em quadrinhos (HQs) proporcionam o interesse de estudantes na aprendizagem de conceitos físicos.

**Nikman *et al.* (2019) (A5)** apontam alguns indicadores que contribuem na motivação dos estudantes, a saber: disposição; estratégias ativas de aprendizagem; competição; satisfação; ambiente agradável. Segundo os autores, esses aspectos os resultados permitiram apontar que a mídia no formato de HQs: (i) é um recurso tecnológico inovador; (ii) pode ser desenvolvida no ensino de outros conceitos físicos; (iii) é um material que possui vídeos, perguntas para debate e para resolução de exercícios, logo considera-se um material substituto do livro didático. Cabe salientar que este material não foi divulgado, apenas aplicada para fins dessa pesquisa.

Os resultados da pesquisa de **Ilmi *et al.* (2020) (A7)** apontaram que a proposta didática com mídia trouxe uma perspectiva motivadora aos estudantes, pois “antes de usar essa mídia de aprendizagem, alguns estudantes presumem que a física é difícil.” (ILMI *et al.*, 2020, p. 6), logo está nova estratégia didática articulada com tecnologia, a aprendizagem em mídia, trouxe aos estudantes a perspectiva de uma disciplina divertida. Segundo os autores, a implementação da proposta trouxe um aumento no índice de atitudes científicas e Habilidades de Pensamento de Ordem Superior (HOTS), assim como a curiosidade dos estudantes ao se depararem com a simulação.

Com base nestes resultados, identificamos dois trabalhos (A2 e A4) que apresentam uma perspectiva do Modelo Transformativo na formação do TPACK, pois envolveram

momentos voltados para a elaboração e apresentação de propostas didáticas com ênfase para a integração da tecnologia em sala de aula. Ou seja, a formação do TPACK resultou das produções didáticas, que envolveram a transformação do conhecimento do conteúdo, da pedagogia e da tecnologia.

Também identificamos quatro trabalhos (A5, A7, A8 e A10) que desenvolveram ações em sala de aula, voltadas para analisar a efetividade da inserção de tecnologias educacionais durante o processo de ensino e aprendizagem. Porém, não há informações que permitam discutir a forma de integração dos diferentes conhecimentos, ou seja, não podemos afirmar se os conhecimentos do conteúdo, da pedagogia e da tecnologia foram trabalhados de forma fragmentada ou articulada, de modo a inferir um modelo para a formação do TPACK.

## VI. Considerações Finais

Com este mapeamento realizado entre o período de 2006 até 2021, constatamos dois aspectos referentes à quantidade de artigos sobre o desenvolvimento do modelo TPACK no ensino de Física. No processo de identificação dos artigos, nas bases de dados SciELO e Periódicos da Capes, observa-se: (i) ausência de pesquisas nacionais voltadas ao ensino de Física; (ii) maior quantidade de estudos na região da Indonésia. Estes dois fatores ficaram bem demarcados no processo inicial da coleta de informações, conseqüentemente reflete a oportunidade de expandir a pesquisa com o foco no desenvolvimento do TPACK na área do ensino de Física, seja na formação inicial e/ou continuada. O segundo aspecto, coloca em destaque o período de publicação dos artigos, que mostram uma expansão de pesquisas ao longo dos últimos três anos (2019, 2020, 2021). Este resultado permite apontarmos que parte da comunidade científica, que sustenta o modelo TPACK como um bom referencial teórico, busca investigar os conhecimentos que auxiliam a integração da tecnologia na prática didática.

Com base nesta análise sistemática, apontamos algumas considerações referentes à análise dos resultados obtidos nas três questões de pesquisa deste estudo. Para a primeira questão, realizamos um levantamento sobre as tendências das produções acadêmico-científicas referentes ao modelo TPACK. A análise da amostra de 10 artigos apresentou resultados singulares, mas com um movimento apoiado na integração do modelo teórico TPACK no ensino, tanto para a produção de materiais didáticos quanto na sua contribuição para o processo de ensino e aprendizagem.

Nesta perspectiva, destacaram-se os artigos A2, A8 e A10 que propuseram “*identificar as potencialidades de materiais didáticos apoiados no modelo TPACK*” por meio do desenvolvimento de atividades com simulação, planilhas de simulação e plataforma tecnológica com atividades pedagógicas. Ou seja, materiais que objetivam proporcionar situações para melhora da aprendizagem e do pensamento criativo de estudantes, bem como a construção de conhecimentos ligados ao modelo TPACK, por futuros professores de Física. Os estudos apoiados na contribuição do TPACK para o processo de ensino e aprendizagem

estiveram pautados em “*identificar indicativos de aprendizagem propiciada pelo modelo TPACK*” (artigos A5 e A7) e “*identificar a contribuição dos elementos do TPACK no desenvolvimento de ações*” (artigos A4 e A9). Estas preocupações dos autores apontam um caminho para integração da tecnologia no ensino, buscando mostrar que as estratégias didáticas com tecnologia têm espaço no ensino da Física e podem ser significativas quando articuladas simultaneamente com o conteúdo, a tecnologia e a pedagogia.

Na segunda questão de pesquisa, identificamos em quais fontes estes estudos estão buscando informações e de que maneira elas estão sendo coletadas. Observamos uma predominância de trabalhos voltados para a formação inicial, uma vez que 40% das pesquisas foram realizadas com “*licenciandos em Física*”. Consequentemente a realização de pesquisas com estes sujeitos coloca em ação movimentos que precisam ser explorados na formação inicial, como a preparação de futuros professores com o desenvolvimento de estratégias didáticas e materiais didáticos fundamentados no modelo TPACK e, como estão sendo preparados para agir em situações pedagógicas que demandam de um conhecimento tecnológico. Quanto à coleta das informações, os estudos priorizam declarações em “*questionários*”, totalizando 50% da amostra, fator que possibilitou opiniões em grande escala.

Outro resultado relevante é o desenvolvimento de pesquisas na Educação Básica (artigos A3, A5 e A7), caracterizado por um movimento incipiente, mas que é possível observar um espaço oportuno para o desenvolvimento do modelo TPACK no ensino da Física. Porém, para a evolução deste processo é necessário repensar na estruturação de um currículo que integre a tecnologia; fomentar a planificação de práticas didáticas que relacionem simultaneamente o conteúdo, a pedagogia e a tecnologia e, propiciar uma formação inicial que objetive trabalhar com os futuros professores como ensinar com tecnologia.

A terceira e última questão de pesquisa, buscou responder se o TPACK pode ser um modelo eficaz para o ensino de Física. Consideramos que as evidências empíricas para apoiar a eficácia do modelo TPACK no ensino ainda são limitadas, em virtude das poucas pesquisas realizadas na área do ensino de Física. No entanto, os resultados destas 10 pesquisas apontam o quanto à tecnologia integrada nos materiais didáticos e no desenvolvimento de propostas/estratégias didáticas, trouxe potencialidades para o processo de ensino e aprendizagem de estudantes, por exemplo, na compreensão dos conceitos físicos e no envolvimento com as práticas de ensino.

Outro aspecto identificado, também apontado pela literatura referente ao PCK, refere-se à maneira como trabalhar com os modelos da base de conhecimento dos professores, nos cursos de formação inicial:

*Trabalhar com discussão em grupo, na qual membros mais e menos experientes discutam sobre suas próprias crenças pessoais e suas práticas e sobre as crenças*



*peçoais e práticas dos outros membros permitiria que cada um compreendesse as características distintas dos contextos em que atuam (FERNANDEZ, 2015, p.520).*

Essas proposições condicionadas para o desenvolvimento do PCK de professores novatos e/ou futuros professores, também pode ser aplicado ao desenvolvimento do seu TPACK. Em quatro estudos (A1, A2, A4 e A9), os autores trouxeram resultados referentes às atitudes e crenças que influenciam na formação do TPACK de professores: (i) momentos em grupo com troca de ideias, (ii) apresentação de propostas didáticas entre futuros professores, (iii) a influência, a confiança e a comunicação com colegas experientes, para a construção de propostas didáticas com tecnologia. Ou seja, são aspectos que devem ser considerados tanto na formação inicial quanto no desenvolvimento profissional, para favorecer o desenvolvimento do TPACK de professores em exercício, formadores e em formação inicial.

Os estudos também apontam a relevância do modelo TPACK na relação com as habilidades de trabalho em equipe e com o Modelo de Aceitação de Tecnologia, em consonância com o relatado por Nakashima e Piconez (2016) que destacaram que o TPACK pode ser considerado um modelo orientador quando articulado com outros modelos teóricos.

Com base nestes resultados, observamos que o modelo TPACK pode ser utilizado como um referencial teórico tanto para a produção de materiais didáticos quanto para o desenvolvimento de estratégias didáticas que buscam dar sentido e significado ao uso da tecnologia. Assim, a continuidade de pesquisas apoiadas no desenvolvimento do TPACK para o ensino da Física poderá ampliar a compreensão deste modelo para orientar as ações de ensino e aprendizagem de professores formadores, futuros professores e professores da Educação Básica. Deste modo, espera-se que este estudo forneça orientações úteis para educadores, profissionais e pesquisadores na área da Educação e do Ensino de Física.

## **Agradecimento**

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro durante o desenvolvimento deste trabalho.

## **Referências bibliográficas**

BEAUCHAMP; G.; KENNEWELL, S. The influence of ICT on the interactivity of teaching. **Education and Information Technologies**, v. 13, n. 4, p. 305-315, 2008.

BOLING, E. C.; BETTY, J. Overcoming the tensions and challenges of technology integration: how can we best support our teachers?. In: RONAU, R. N.; RAKES, C. R.; NIESS M. L. **Educational Technology, Teacher Knowledge, and Classroom Impact: A Research Handbook on Frameworks and Approaches**. Oregon State University, USA: IGI Global, 2012. cap. 6. p. 136-156.

DAVIES, R. S. Understanding Technology Literacy: A Framework for Evaluating Educational Technology Integration. **TechTrends**, v. 55, n. 5, p. 45-52, 2011.

FERNANDEZ, C. Revisitando a base de conhecimentos e o conhecimento pedagógico do conteúdo (PCK) de professores de Ciências. **Revista Ensaio**, v. 17, n. 2, p. 500-528, 2015.

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

INAN, F. A.; LOWTHER, D. L. Factors affecting technology integration in K-12 classrooms: a path model. **Educational Technology Research and Development**, v. 58, n. 2, p. 137-154, 2010.

KELLY, M. A. Bridging digital and cultural divides: TPCK for equity of access to technology. In. AACTE Committee on Innovation and Technology. **Handbook of Technological Pedagogical Content Knowledge for educators**. New York: Routledge, 2008. cap. 2. p. 31-58.

KOEHLER, M. J.; MISHRA, P. What is technological pedagogical content knowledge (TPACK)? **Contemporary Issues in Technology and Teacher Education**, v. 9, n. 1, p. 60-70, 2009.

KOEHLER, M. J. *et al.* The technological pedagogical content knowledge framework. In: SPECTOR, J. M.; MERRILL, M. D.; MERRIENBOER, J. V.; DRISCOLL, M. P. (Eds.), **Handbook of research on educational communications and technology**. New York: Springer, 2014. p. 101-111.

KILBOURN, B.; ÁLVAREZ, I. Root-metaphors for understanding: A framework for teachers and teacher educators of information and communication technologies. **Computers & Education**, v. 50, n. 4, p. 1354-1369, 2008.

LIU, G.-Z. Innovating research topics in learning technology: Where are the new blue oceans?. **British Journal of Educational Technology**, v. 39, n. 4, p. 738-747, 2008.

MORANDI, M. I. W. M.; CAMARGO, L. F. R. Revisão sistemática da literatura. In: DRESCH, A.; LACERDA, D. P.; JUNIOR, J. A. V. A. (Org.). **Design Science research: método de pesquisa para avanço da ciência e da tecnologia**. Porto Alegre: Bookman, 2015. E-book Kindle.

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.

NAKASHIMA, R. H. R.; PICONEZ, S. C. B. Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK): modelo explicativo da ação docente. **Revista Eletrônica de Educação**, v. 10, n. 3, p. 231-250, 2016.

NISS, M. L. 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.

NISS, M.L. Guiding preservice teachers in developing TPCK. In. AACTE Committee on Innovation and Technology. **Handbook of Technological Pedagogical Content Knowledge for educators**. New York: Routledge, 2008, cap. 11, p. 223-250.

PEERAER, J.; VAN PETEGEM, P. Measuring integration of information and communication technology in education: An item response modeling approach. **Computers & Education**, v. 58, n. 4, p. 1247-1259, 2012.

POLLY, D.; HANNAFIN, M. J. Reexamining technology's role in learner-centered professional development. **Educational Technology Research and Development**, v. 58, n. 5, p. 557-571, 2010.

RESTA, P.; LAFERRIÈRE, T. Technology in Support of Collaborative Learning. **Educational Psychology Review**, v. 19, n. 1, p. 65-83, 2007.

SHULMAN, L. S. Those who understand: Knowledge growth in teaching. **Educational Researcher**, v. 15, n. 2, p. 4-14, 1986.

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

TONDEUR, Jo *et al.* Preparing pre-service teachers to integrate technology in education: A synthesis of qualitative evidence, **Computers & Education**, v. 59, n. 1, p. 134-144, 2012.



Direito autoral e licença de uso: Este artigo está licenciado sob uma [Licença Creative Commons](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/).