

# O TPACK e a taxonomia dos tipos de atividades de aprendizagem: *frameworks* para integração da tecnologia na educação

*The TPACK and the taxonomy of the types of learning activities: frameworks for integration of technology in education*

Mariel José Pimentel de Andrade  
Universidade Federal Rural de Pernambuco  
[marieljpa@gmail.com](mailto:marieljpa@gmail.com)

Anderson Fernandes de Alencar  
Universidade Federal Rural de Pernambuco  
[anderson.alencar@ufrpe.br](mailto:anderson.alencar@ufrpe.br)

Clara Pereira Coutinho  
Universidade do Minho  
[ccoutinho@ie.uminho.pt](mailto:ccoutinho@ie.uminho.pt)

## RESUMO

Muitas pesquisas têm destacado o potencial transformador das tecnologias na educação. Consequentemente, torna-se importante saber como o professor deve orientar essa transformação em sala de aula. Para uma melhor clareza sobre essa questão, Mishra e Koehler propõem o TPACK (*Technological Pedagogical Content Knowledge*) que tem por objetivo destacar a interação entre os conhecimentos pedagógicos, tecnológicos e do conteúdo. De acordo com o modelo, é necessário que o professor seja capaz de fazer uma articulação entre esses campos de conhecimento e, assim, promover uma eficaz integração da tecnologia no processo educativo. Em relação aos conteúdos de ciências, apesar de ser uma área que possui uma grande variedade de ambientes digitais para o ensino desses conteúdos, realizar a integração entre as TIC e esses conteúdos não é trivial para o educador. Assim, delineamos como o objetivo deste artigo, discutir como dois quadros teóricos/conceituais podem ser utilizados como guias para facilitar o bom planejamento do uso da tecnologia em sala de aula pelos professores de ciências. Inicialmente apresentaremos uma breve descrição do referencial teórico para integração da tecnologia

no ensino denominado por TPACK em seguida apresentaremos uma breve descrição da Taxonomia dos Tipos de Atividades de Aprendizagem. Finalizamos discutindo como a integração desses quadros teóricos/conceituais podem auxiliar os professores na tarefa de integrar bem a tecnologia no ensino de ciências.

**Palavras-chave:** Tecnologias na educação. Formação de professores. Ensino de Ciências.

## ABSTRACT

Diverse research has highlighted the transformative potential of technologies in education. Consequently, it becomes important to know how the teacher should guide this transformation in the classroom. For a better clarity on this question, Mishra and Koehler propose TPACK (Technological Pedagogical Content Knowledge) that aims to highlight the interaction between pedagogical, technological and content knowledge. According to the model, it is necessary that the teacher be able to articulate between these fields of knowledge and, thus, promote an efficient integration of technology in the educational process. Regarding the contents of sciences, although it is an area that has a great variety of digital environments for the teaching of these contents, to realize the integration between the TICs and the contents of sciences is not trivial for the educator. Thus, we outline as the objective of this article, to discuss how two theoretical/conceptual frameworks can be used as guides to facilitate the good planning of the use of technology in the classroom by science teachers. Initially, we will present a brief description of the theoretical framework for integrating technology into teaching called TPACK. We will now present a brief description of the Taxonomy of Types of Learning Activities. We conclude by discussing how the integration of these theoretical/conceptual frameworks can assist teachers in the task of integrating technology well into science teaching.

**Keywords:** Technologies in education. Teacher training. Science teaching.

## Introdução

Os componentes curriculares da área das Ciências da Natureza constituem um domínio privilegiado quando se considera a integração das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) em sala de aula, tendo em vista que há uma grande variedade de ambientes digitais disponíveis para os conteúdos relativos ao ensino de ciências (JIMOYIANNIS, 2010, p. 1261). Podemos citar como exemplo, as ferramentas de modelagem e simulações, as planilhas eletrônicas, os jogos digitais, entre outras que oferecem um grande potencial educativo tanto para alunos quanto para professores. No entanto, promover a integração das TIC aos conteúdos de ciências não é trivial para o educador que, muitas vezes, não possui o domínio técnico necessário sobre estas tecnologias, dificultando ainda mais sua utilização em sala de aula (AN et al., 2011; ANGELI e VALANIDES, 2009).

Assim, é importante que, além de dominar o conteúdo específico de sua disciplina, os docentes também conheçam as tecnologias educativas para que possam escolher as que melhor se enquadram com determinados objetivos pedagógicos e conteúdos específicos (SAMPAIO; COUTINHO, 2013). Ainda que o professor possua o domínio sobre a utilização das tecnologias, pesquisas mostram que apenas “saber usar” os recursos tecnológicos não garante que os mesmos sejam utilizados de forma integrada com o conteúdo, propiciando condições para aprendizagens significativas (KOEHLER; MISHRA, 2009).

Dessa forma, o que muitas vezes se percebe em sala de aula é a repetição de práticas antigas com a roupagem de atuais, tidas como “novas” tecnologias (COLL; MONEREO, 2010). Sendo assim, surge o questionamento: como fazer essa integração das TIC em sala de aula de modo eficiente?

Um modelo que busca responder a essa inquietação, destacando a interação entre tecnologia, conhecimento pedagógico e o conteúdo, foi proposto por Koehler e Mishra (2005). Inicialmente conhecido por TPCK - *Technological Pedagogical Content Knowledge* (Conhecimento Pedagógico Tecnológico de Conteúdo) foi modificado para TPACK com o objetivo de facilitar a pronúncia e dar ênfase a ideia de um “pacote” (T “PACK”) que integra esses três construtos na construção do currículo (NIESS et al., 2009; THOMPSON; MISHRA, 2007). No entanto, tal *framework*, apesar de chamar a atenção para a importância da integração da tecnologia ao conteúdo e à pedagogia, não deixa claro como o professor pode realizar essa integração na prática.

Também com o objetivo de evidenciar a necessidade de integração da tecnologia em sala de aula, Harris et al. (2010) desenvolvem a Taxonomia dos Tipos de Atividades de Aprendizagem. Com um cariz mais prático, tal taxonomia apresenta um quadro com sugestões de atividades de aprendizagem e quais tecnologias seriam mais adequadas para integrar nessas atividades.

Sendo assim, o objetivo deste artigo é discutir esses dois *frameworks* como possibilidades ou recursos para auxiliar o planejamento do uso da tecnologia em sala de aula pelos professores de ciências. Apesar da Taxonomia dos Tipos de Atividades de Aprendizagem abranger diversas áreas do conhecimento, optamos pela componente curricular ciências devido à formação e afinidades dos autores

deste trabalho. Inicialmente apresentaremos uma descrição do referencial teórico denominado por TPACK, em seguida, a Taxonomia dos Tipos de Atividades de Aprendizagem elaborada por Harris et al. (2010). Continuaremos com a discussão relativa às relações entre essas duas propostas e concluiremos com as considerações finais.

## O Conhecimento Pedagógico Tecnológico de Conteúdo

O que os professores precisam saber sobre tecnologia e como eles adquirem esse conhecimento? Com essa questão instigante, Koehler e Mishra (2005) iniciam o artigo seminal sobre o TPACK, *framework* teórico que se tornou um referencial promissor na pesquisa sobre a integração da tecnologia em sala de aula, fundamentado no conceito de Conhecimento Pedagógico de Conteúdo (*Pedagogical Content Knowledge* - PCK) proposto por Shulman (1986, 1987).

Historicamente, as bases para a formação do professor estavam divididas entre o conhecimento dos conteúdos específicos da sua especialidade e os conhecimentos pedagógicos gerais (MISHRA; KOEHLER, 2006, p. 1020). No entanto, para Shulman (1986), deter o conhecimento do conteúdo e de estratégias pedagógicas gerais não é suficiente para abarcar o conhecimento necessário para ser um(a) professor(a) competente. Além disso, afirma que os campos do conhecimento específico e da pedagogia estavam sendo tratados como domínios mutuamente exclusivos. A consequência prática de tal exclusão foi a criação de programas de formação de professores cujo o foco era apenas o conteúdo específico ou as estratégias pedagógicas. Para superar essa aparente dicotomia, Shulman propôs considerar a relação necessária entre os dois, introduzindo assim a noção de PCK (SHULMAN, 1986).

O PCK se configura na interseção entre os domínios do conteúdo e da pedagogia, indo além de uma simples consideração isolada de um e do outro, tendo por significado a mistura do conteúdo e da pedagogia na compreensão de como aspectos particulares do assunto são adaptados, representados e organizados para o processo instrutivo (MISHRA; KOEHLER, 2006, p. 1021). Ou, dito de outra forma, como a interseção da pedagogia com o conteúdo pode traduzir-se nos meios de

representar e formular o conteúdo tornando-o compreensível aos alunos (SHULMAN, 1986).

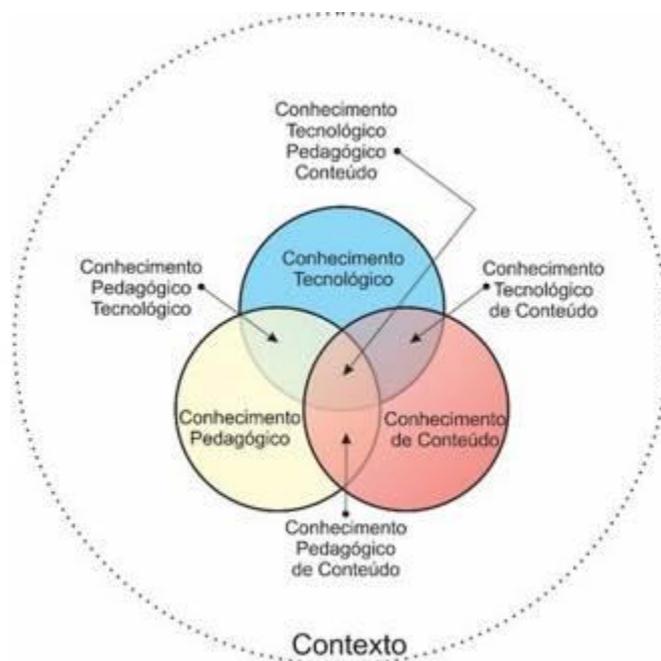
Shulman (1986) incorporou na sua definição de conhecimento curricular várias ferramentas para a educação incluindo tecnologias como o computador. No entanto, não discutiu explicitamente sobre a tecnologia e sua relação com o conteúdo, com as estratégias pedagógicas e com os alunos. Ou seja, o PCK, em sua forma original, não explica claramente como os professores podem utilizar o potencial da tecnologia para adequar pedagogicamente o conteúdo e propiciar situações e espaços para a aprendizagem dos alunos. Atualmente, devido ao contínuo aumento de computadores nas escolas e das múltiplas aplicações das TIC, o conceito de PCK precisou ser ampliado para dar conta do estudo e compreensão do uso educacional dos computadores e de outras tecnologias (ANGELI; VALANIDES, 2009, p. 156).

Foi a partir dessa necessidade que Koehler e Mishra (2005) acrescentaram o Conhecimento Tecnológico ao PCK, elaborando o conceito de TPCK como sendo uma profunda interação entre conteúdo, pedagogia e tecnologia. Assim, na perspectiva desses autores,

TPCK é a base de um bom ensino com tecnologia e requer uma compreensão da representação dos conceitos que usam tecnologias, técnicas pedagógicas que utilizam as tecnologias de forma construtiva para ensinar o conteúdo, conhecimento do que faz conceitos difíceis ou fáceis de aprender e como a tecnologia pode ajudar a corrigir alguns dos problemas que os alunos enfrentam; conhecimento do conhecimento prévio dos alunos e das teorias da epistemologia, e conhecimento de como as tecnologias podem ser usadas para construir sobre os conhecimentos existentes e desenvolver novas epistemologias ou reforçar as antigas (MISHRA; KOEHLER, 2006, p. 1029).

Desse modo, o TPCK (TPACK) pode ser considerado uma extensão do PCK e é alcançado principalmente quando um professor sabe como as ferramentas tecnológicas podem transformar as estratégias pedagógicas e as representações dos conteúdos para o ensino de temas específicos.

Mishra e Koehler (2006) definiram os três tipos de conhecimento que o professor deve possuir e suas inter-relações (Figura 1).



**Figura 1** - Componentes do TPACK

**Fonte:** Adaptado de Koehler e Mishra (2009, p. 63)

Conforme apresenta a Figura 1, o TPACK é constituído por vários constructos, a partir dos quais podemos pressupor que a ideia-chave da interseção central é que uma combinação eficiente para integração das TIC no currículo depende de uma relação balanceada entre os conhecimentos de conteúdo, pedagógico e também tecnológico (COUTINHO, 2011). Apresentaremos a seguir uma breve descrição de cada um dos componentes que constituem o modelo do TPACK (Quadro 1).

Conhecimento do Conteúdo (CK)	Refere-se ao conhecimento que o professor domina dos conteúdos de sua disciplina.
Conhecimento Pedagógico (PK)	Trata de um conhecimento sobre os processos e práticas ou métodos de ensino e aprendizagem e como engloba, entre outras coisas, objetivos educacionais, valores e objetivos gerais. Esta é uma forma genérica de conhecimento que está envolvida em questões de aprendizagem dos alunos, gestão de sala de aula, desenvolvimento e implementação de planos de aula.
Conhecimento Pedagógico do Conteúdo (PCK)	Por ser a interseção entre o conhecimento pedagógico e o conhecimento do conteúdo, vai além de uma simples relação entre conteúdo e pedagogia isoladamente. Representa a interação de conteúdo e pedagogia no que tange a organização, adaptação e representação do componente curricular para o ensino.
Conhecimento Tecnológico (TK)	Aborda o conhecimento sobre a utilização de várias tecnologias, incluindo as tecnologias não digitais (quadro, pincel) assim como as digitais (computador, <i>internet</i> ).
Conhecimento Tecnológico de Conteúdo (TCK)	Identifica a competência de escolher qual a tecnologia mais adequada para ensinar um determinado conteúdo e de como a tecnologia e conteúdo se relacionam.
Conhecimento Pedagógico Tecnológico (TPK)	Apresenta o conhecimento de como as estratégias pedagógicas podem ser auxiliadas através da utilização da tecnologia.
Conhecimento Pedagógico Tecnológico de Conteúdo (TPACK)	Discrimina a base de um ensino qualificado com tecnologia, pressupondo compreensão da representação de conceitos usando as mesmas; Técnicas pedagógicas que utilizam tecnologias de maneiras construtivas para ensinar conteúdo; Conhecimento do que torna os conceitos difíceis ou fáceis de aprender e como a tecnologia pode ajudar a resolver alguns dos problemas que os alunos enfrentam.

**Quadro 1** – Síntese dos constructos que constituem o TPACK

**Fontes:** COUTINHO, 2011; GRAHAM, 2011; MISHRA e KOEHLER, 2006.

Para Koehler et al (2007, p. 743), o TPACK evidencia um saber que se diferencia do conhecimento de especialistas em tecnologia (cientista da computação ou técnico em informática), em disciplinas específicas (matemáticos, físicos, historiadores) e especialistas em educação (pedagogos). O modelo propõe que o professor possua a competência de: representar conteúdos e conceitos utilizando a tecnologia; conhecer estratégias pedagógicas que utilizam a tecnologia; e utilizar a tecnologia para facilitar a compreensão de conceitos considerados difíceis pelos alunos.

No entanto, como argumentado anteriormente, o TPACK fornece um quadro sobre os conhecimentos que o professor deveria possuir, mas não deixa claro, de modo prático, como fazer tal integração. Nesse contexto Harris et al. (2010) apresentam uma taxonomia sobre os tipos de atividades que podem ser realizadas em sala de aula e quais as tecnologias que poderiam auxiliar nessas atividades, conforme será apresentado a seguir.

## A Taxonomia dos Tipos de Atividades de Aprendizagem

Mesmo facilitado pelo uso de ferramentas digitais, o planejamento de uma atividade de ensino e aprendizagem é uma tarefa complexa onde cada decisão está relacionada com outra que foi tomada anteriormente ou que será tomada em seguida. Apesar de ser uma atividade complexa, situada e fortemente sensível ao contexto, Harris e Hofer (2009, p. 100) sugerem que o planejamento de uma atividade de aprendizagem em particular pode ser descrito como o resultado de cinco decisões básicas: a) escolha dos objetivos de aprendizagem; b) tomar as decisões pedagógicas sobre a situação de aprendizagem; c) selecionar e sequenciar apropriadamente os tipos de atividades que se relacionam com a situação de aprendizagem; d) selecionar as atividades de avaliação somativa e formativa que revelarão como os estudantes estão aprendendo; e) selecionar as ferramentas e recursos que melhor ajudarão os alunos a se beneficiarem da situação de aprendizagem planejada.

Assim, a abordagem sugerida por Harris et al. (2010, p. 575) para contribuir com professores(as) no desenvolvimento do TPACK é a utilização de atividades de aprendizagem assistidas por tecnologias para cada tópico específico do currículo, como blocos de construção para o planejamento instrucional. Dessa forma, as atividades de aprendizagem funcionam como ferramentas conceituais de planejamento para os professores. Cada atividade está relacionada a um tipo de ação em particular que o aluno deve exercer para desenvolver a atividade proposta. As atividades podem ser combinadas para criar planos de aula e projetos. Também podem servir como ferramentas de comunicação eficiente para os educadores que querem compartilhar os seus planos de aprendizagem uns com os outros. Após os professores estarem familiarizados com uma variedade de atividades enriquecida pela tecnologia em uma área curricular particular, eles podem efetivamente combiná-las e usá-las em situações de aprendizagem levando a construção de seu TPACK enquanto exercem sua prática (HARRIS; HOFER, 2009, p. 101).

Harris e Hofer (2011) desenvolveram taxonomias de atividades de aprendizagem em seis áreas do currículo: alfabetização, artes, idioma (inglês), ciências, estudos sociais, línguas estrangeiras e matemática. A taxonomia completa está disponível em uma Wiki (<http://activitytypes.wm.edu>) onde professores são incentivados a fornecer *feedback* sobre o conteúdo de cada atividade. É importante destacar que essas taxonomias não são listas únicas que privilegiam certas tecnologias ou recomendam abordagens pedagógicas específicas. Trata-se de uma identificação de atividades distintas e a forma como alguns recursos tecnológicos podem ser usados em cada atividade. Assim, o objetivo é que os docentes conheçam as opções possíveis para selecionar as atividades e as tecnologias mais adequadas, realizando combinações apropriadas às necessidades de aprendizagem dos alunos e ao contexto (SAMPAIO; COUTINHO, 2012).

Embora existam algumas atividades que são comuns a diversas áreas de conhecimento (leitura individual, discussão em classe, apresentação de um tema) modificando apenas a forma de implementação, outras atividades de aprendizagem, tais como experimentos em laboratórios de ciências e confecção de figuras geométricas, são específicas de suas áreas de conteúdo. Particularmente em relação às Ciências Naturais, Harris e Hofer (2011) classificaram as atividades de

aprendizagem em três grandes grupos: construção do conhecimento conceitual, construção do conhecimento procedimental e expressão do conhecimento.

Dos 40 tipos de atividades que foram identificados por Harris e Hofer (2011), 17 atividades destinam-se a auxiliar os estudantes na construção do conhecimento conceitual, 11 atividades envolvem conhecimento procedimental empregados na aprendizagem das Ciências Naturais e 12 atividades que levam o estudante a expressar os seus conhecimentos. Harris e Hofer (2011) enfatizam que os recursos tecnológicos foram sugeridos apenas de maneira ilustrativa, e que não há ligação entre os autores e os títulos de *software* e os *websites* específicos que foram nomeados. Os três grupos de atividades serão apresentados nos quadros que seguem adiante.

#### Atividades para Construção do Conhecimento Conceitual

De acordo com Harris et al. (2010), ajudar os alunos a construir o seu conhecimento conceitual da ciência é um ponto chave para os professores. O Quadro 2 apresenta três exemplos das 17 atividades de aprendizagem que auxiliam os alunos na construção do conhecimento conceitual da ciência propostas por Harris et al. (2010).

<b>Tipo de atividade</b>	<b>Breve descrição</b>	<b>Sugestões de tecnologias que podem ser utilizadas</b>
Assistir uma apresentação/demonstração	Os estudantes obtêm informações dos professores, conferencistas convidados e colegas, de forma presencial, através de um vídeo, ou de um arquivo de áudio ou multimídia.	<i>Software</i> para apresentações multimídia, câmera de documentos, vídeo.
Organizar/classificar dados	Os estudantes criam uma tabela para organizar os dados coletados.	Base de dados, planilha de cálculo, <i>software</i> para criar mapas conceituais

Analisar dados	Os estudantes reconhecem padrões, descrevem relações, compreendem causa-efeito, priorizam evidências, determinam possíveis fontes de erros/discrepâncias, etc.	Planilha de cálculo, TinkerPlots.
----------------	--	-----------------------------------

**Quadro 2** - Atividades para Construção do Conhecimento Conceitual

**Fonte:** Adaptado de Harris et al. (2010, p. 586) e Harris e Hofer (2011), tradução nossa.

**Atividades para Construção do Conhecimento Procedimental**

No ensino de Ciências, a construção de conhecimento conceitual frequentemente requer que os alunos utilizem materiais e habilidades (processos) conforme desenvolvem o conhecimento científico (MILLAR; DRIVER, 1987 apud HARRIS et al., 2010). Assim, para descrever esse tipo de habilidade, Harris et al. (2010, p. 586) utilizam o termo "conhecimento processual". O Quadro 3 apresenta três exemplos das atividades de aprendizagem com ênfase no conhecimento processual.

Tipo de atividade	Breve descrição	Sugestões de tecnologias que podem ser utilizadas
Praticar	Os estudantes praticam usando equipamento, <i>Software</i> , medindo, comprovando o que foi projetado, etc.	<i>Software</i> ou tutoriais de <i>Software on-line</i> , <i>Software</i> de aquisição de dados, câmera de documentos.
Coletar dados	Os estudantes coletam dados com objetos físicos ou simulações.	Calculadora gráfica, vídeo, áudio, câmera digital, microscópio digital, conjunto de dados <i>on-line</i> .
Observar	Os estudantes realizam observações a partir de experiências físicas ou digitais.	Câmera de documentos, câmera <i>web</i> , câmeras digitais de vídeo, microscópio digital

**Quadro 3** - Atividades para Construção do Conhecimento Procedimental

**Fonte:** Adaptado de Harris et al. (2010, p. 587) e Harris e Hofer (2011), tradução nossa.

### Atividades para Expressão do Conhecimento

O ensino tradicional tem se pautado na reprodução, por parte dos alunos, dos conceitos que foram ensinados em sala de aula. No entanto, é cada vez mais urgente que os professores incentivem os alunos a desenvolverem e a expressarem suas próprias construções e entendimento sobre um determinado conteúdo. Desse modo, Harris et al. (2010) identificaram 12 tipos de atividades de expressão do conhecimento que proporcionam aos alunos oportunidades para compartilharem e aprofundarem suas compreensões sobre procedimentos, conceitos e suas relações. O Quadro 4 apresenta três exemplos das atividades de aprendizagem com foco na expressão do conhecimento que podem ser planejadas pelo professor.

Tipo de atividade	Breve descrição	Sugestões de tecnologias que podem ser utilizadas
Apresentar ou demonstrar	Os estudantes apresentam ou demonstram resultados de laboratório ou investigação, ou outro tipo de aprendizagem (por exemplo um sistema do corpo humano).	<i>Software</i> para apresentações multimídia, <i>Software</i> para a criação de vídeos, <i>podcast</i> .
Desenhar/criar imagens	Os estudantes desenham ou criam imagens físicas ou digitais (do laboratório, observações, etc.).	<i>Software</i> de desenho, câmera digital, <i>Software</i> de edição de imagens
Desenvolver um mapa conceitual	Os estudantes participam do desenvolvimento ou desenvolvem organizadores gráficos, mapas semânticos, etc.	<i>Software</i> para criar mapas conceituais, lousa digital, <i>Software</i> de desenho

**Quadro 4** - Atividades para Expressão do Conhecimento

**Fonte:** Adaptado de Harris et al. (2010, p. 587) e Harris e Hofer (2011), tradução nossa.

## Discussão

O TPACK é considerado um quadro teórico promissor, pois trata dos conhecimentos necessários para que o professor consiga fazer uma boa integração da tecnologia na sua prática docente (ANGELI; VALANIDES, 2009; MISHRA; KOEHLER, 2006; SAMPAIO; COUTINHO, 2012). Além disso, ele oferece várias possibilidades para pesquisa da inclusão tecnológica na formação inicial de professores (CHAI et al., 2010; HAN et al., 2013), no desenvolvimento profissional de professores em serviço (KOEHLER et al., 2007; NIESS, 2005) e no apoio aos professores à integração das TIC nas salas de aula (SO; KIM, 2009; VOOGT et al., 2009).

Ao explicitar essa relação entre tecnologia, pedagogia e conteúdo, o TPACK pode auxiliar tanto na elaboração de currículos e propostas ou projetos de formação de professores como também na reflexão do professor sobre o seu próprio conhecimento. Por exemplo, o professor pode identificar que, apesar de ter um bom conhecimento pedagógico (PK) e tecnológico (TK), precisa melhorar no que diz respeito à integração desses dois constructos (TPK). Ou um professor que possui amplo conhecimento de conteúdo específico (CK) e sobre a tecnologia (TK), mas precisa conhecer e desenvolver melhor as estratégias pedagógicas (PK) para auxiliar seus alunos a aprenderem melhor.

Especificamente relacionado à área do ensino de ciências é possível encontrar trabalhos como o de Jang e Chen (2010) que analisaram o impacto de um modelo de formação composto por um ciclo de quatro etapas: compreensão do TPACK, em que foram discutidos os conceitos teóricos do TPACK; observação da instrução, em que os participantes observavam aulas demonstrativas; prática de instrução, em que os participantes planejavam e executavam aulas e eram avaliados pelos pares; e a reflexão do TPACK, em que os participantes refletiam sobre o próprio TPACK e reiniciavam o ciclo. Os autores destacam a importância do modelo que deu uma contribuição para o desenvolvimento do TPACK dos futuros professores que participaram da pesquisa. A atividade também estimulou a

reflexão dos professores sobre a potencialidade de se utilizar estratégias instrucionais tecnológicas.

Alayyar et al., (2012) elaboraram uma formação em que os futuros professores trabalharam em equipe para projetar uma solução de um problema autêntico usando as TIC. Os formandos foram separados em dois grupos. O primeiro grupo passou por formação com especialistas em TIC, pedagogia e em conteúdo. Ao segundo grupo foi oferecido um regime de *blended learning*, onde eles tinham acesso a um portal *on-line* com diferentes tutoriais e exemplos, com oportunidades para se encontrar com diferentes especialistas, sempre que eles quisessem. Os resultados mostram no autorrelato do TPACK que a pontuação de atitudes em relação à TIC e competências em TIC aumentou em ambos os grupos. No entanto, os participantes no grupo do *blended learning* registraram um aumento maior no Conhecimento Tecnológico (TK), no Conhecimento Pedagógico Tecnológico (TPK), na sua atitude para com as TIC como ferramenta para a educação e produtividade, e no prazer em utilizar as TIC.

Além de pesquisas relacionadas aos métodos para o desenvolvimento do TPACK, encontramos pesquisadores que desenvolveram instrumentos para avaliar o TPACK nas aulas de ciências. Por exemplo, Campbell e Abd-Hamid (2012) descrevem o desenvolvimento de um instrumento para avaliar em que medida a tecnologia está integrada no ensino em relação ao currículo de ciências definidos por documentos de normatização estadunidense. Com base nas análises realizadas, os autores afirmam que o TUSI (*Technology Use in Science Instruction*) demonstrou ser um instrumento útil para medir como a tecnologia está integrada em aulas de ciências e é visto como um mecanismo para verificação do TPACK nas mesmas.

Canbazoglu Bilici et al. (2013), por sua vez, tiveram como objetivo o desenvolvimento de um instrumento de avaliação das crenças de autoeficácia em relação ao TPACK (TPACK-SeS) com professores de ciências em formação. Um dos diferenciais desse instrumento foi a inclusão de itens sobre o conhecimento do contexto do aluno (CxK). De acordo com Koehler e Mishra (2009), o TPACK e seus componentes são altamente influenciados por CxK. A alta correlação entre CxK e o TPACK mostraram que as crenças dos futuros professores de ciências sobre fatores contextuais, como a cultura, as características demográficas dos alunos, e as

características físicas da sala de aula, afetam a forma como a tecnologia está sendo integrada no processo de ensino e aprendizagem, como também argumentado por Jimoyianni (2010). Os resultados desse estudo mostraram que TPACK-SeS é um instrumento confiável e válido para medir o TPACK do professor de ciências em formação.

Apesar de não utilizarem explicitamente a taxonomia proposta por Harris et al. (2010) é possível encontrar na literatura diversos trabalhos que propõem atividades de aprendizagem utilizando tecnologias. Por exemplo, Dutra et al. (2006) discutem várias atividades do tipo Expressão do Conhecimento em que os alunos apresentam os resultados de suas aprendizagens por meio de *Blogs*, *Wikis* e Mapas Conceituais. Darroz et al. (2014) descrevem a utilização de Mapas Conceituais como instrumento de avaliação de concepções prévias sobre conceitos de astronomia e indicaram a utilização do CmapTools, um *software* desenvolvido para a elaboração de mapas conceituais.

Também é possível encontrar trabalhos que utilizam a combinação de vários tipos de atividades como descrito por Fiuza et al. (2014). Os autores descrevem uma prática sobre educação ambiental em que os alunos assistiram vídeos sobre a relação do desenvolvimento tecnológico e o meio ambiente (Atividade para construção de conhecimento conceitual). Em seguida os alunos coletaram dados sobre o impacto ambiental provocado pelo consumismo utilizando a *internet* e objetos de aprendizagem (Atividade para construção de conhecimento procedimental). E, por fim, os alunos elaboraram vídeos com os resultados de suas pesquisas utilizando o *Movie Maker* como *software* de edição de vídeo (Atividades para expressão do conhecimento).

Diante do exposto, podemos perceber que o TPACK está mais voltado para os aspectos teóricos da integração da tecnologia no ensino, enquanto que a Taxonomia dos Tipos de Atividades de Aprendizagem está direcionada para questões práticas do planejamento das atividades em sala de aula, oferecendo uma espécie de guia para o professor.

Sendo assim, o objetivo é ajudar o professor quando este se põe a planejar suas aulas em relação a quais tecnologias ele deve recorrer para auxiliar no desenvolvimento de uma atividade de aprendizagem específica. Por exemplo, ao

planejar uma atividade em que os estudantes devam fazer uma coleta de dados, o professor pode encontrar qual o recurso tecnológico que melhor se adequa a essa atividade. O objetivo principal dessa proposta não está em descrever quais competências os professores devem possuir, mas sim em chamar atenção para especificidade da relação entre o conteúdo com alguns recursos tecnológicos e com as estratégias pedagógicas.

Apesar de possuírem características diferentes, acreditamos que a união dessas duas perspectivas se apresenta como mais um subsídio para o professor, tendo em vista que o TPACK oferece um quadro teórico com competências a serem desenvolvidas pelo professor e, por outro lado, a Taxonomia dos Tipos de Atividades de Aprendizagem traz uma espécie de guia, focado mais no conteúdo, com o qual o professor pode colocar em prática o seu TPACK quando elabora o planejamento das atividades para os alunos.

## Considerações finais

O acesso às tecnologias digitais está se tornando cada vez mais popular por meio de celulares, *tablets*, computadores pessoais em casa, em *lan-house*, bibliotecas ou em projetos de inclusão digital. Os estudantes, cercados por todas essas tecnologias, interação e fluxo de informação na *internet*, são muitas vezes obrigados a abdicar destes saberes e habilidades ao adentrar em sala de aula, tornando este espaço um lugar enfadonho e desmotivador para o estudante (CASAL, 2013; KNÜPPE, 2006). Em vez de excluir as tecnologias da sala de aula, o professor poderia utilizá-las e colocá-las a serviço do processo de ensino e aprendizagem.

Diversos pesquisadores têm defendido o potencial educativo dos ambientes de aprendizagem baseados nas TIC. Por meio de jogos eletrônicos é possível tornar a aprendizagem mais lúdica e interativa (ANNETTA et al, 2012). Já através de simulações e objetos de aprendizagem, os alunos podem ajustar os parâmetros de uma determinada variável e, fazendo uso de um processo ativo, elaborar e verificar suas hipóteses (ANDRADE et al, 2009; MONTEIRO et al, 2015).

Flick e Bell (2000, p. 40) descrevem cinco formas de como as tecnologias devem ser introduzida no ensino de ciências: a tecnologia deve ser incorporada no

contexto do conteúdo científico; a tecnologia deve abordar a ciência com a pedagogia apropriada; a tecnologia no ensino de ciências deve tirar proveito de suas características únicas; tecnologia deve tornar as opiniões científicas mais acessíveis; o ensino com tecnologia deve desenvolver nos alunos a compreensão da relação entre tecnologia e ciência. Apesar dessas recomendações, é importante destacar que muitos professores não tiveram contato com esses ambientes em sua formação inicial, não possuindo, desse modo, modelos de ensino com tecnologia em que se basear (SALVADOR et al, 2010).

Dessa forma, o TPACK se torna um importante quadro teórico/conceitual para analisar, orientar e contribuir com o professor no desenvolvimento das competências necessárias para a utilização da tecnologia em sala de aula. Já a Taxonomia dos Tipos de Atividades de Aprendizagem é um instrumento para orientar o professor no planejamento de atividades integradas com a tecnologia. Por isso, enfatizamos que a utilização em conjunto desses dois *frameworks* pode contribuir para uma utilização da tecnologia de forma mais eficaz e integrada aos conteúdos e as estratégias pedagógicas.

Por fim, acreditamos que, ao apresentar e discutir esses dois referenciais, podemos dar um contributo no sentido de ajudar os professores na tarefa de integrar bem a tecnologia no ensino de ciências além de contribuir para o estado da arte da pesquisa sobre o TPACK no Brasil, uma vez que, de acordo com a revisão elaborada por Nogueira et al. (2015), a pesquisa sobre o TPACK no Brasil, apesar de crescente, ainda é bastante incipiente.

## Referências

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

AN, H.; WILDER, H.; LIM, K. Preparing Elementary Pre-Service Teachers from a Non-Traditional Student Population to Teach with Technology. *Computers in the Schools*, v. 28, n. 2, p. 170–193, 2011.

ANDRADE, M.; SILVA, J.; ARAÚJO, A. *A Utilização do Software Stellarium para o Ensino de Astronomia*. IX Jornada de Pesquisa, Ensino e Extensão. *Anais*. Recife:

2009. Disponível em: <<http://www.eventosufrpe.com.br/jepex2009/cd/resumos/r0793-3.pdf>>. Acesso em: 1 outubro 2017.

ANGELI, C.; VALANIDES, N. Epistemological and methodological issues for the conceptualization, development, and assessment of ICT-TPCK: Advances in technological pedagogical content knowledge (TPCK). *Computers & Education*, v. 52, n. 1, p. 154-168, 2009.

ANNETTA, L. A. et al. Science Teacher Efficacy and Extrinsic Factors Toward Professional Development Using Video Games in a Design-Based Research Model: The Next Generation of STEM Learning. *Journal of Science Education and Technology*, v. 22, n. 1, p. 47-61, 2012.

CAMPBELL, T.; ABD-HAMID, N. H. Technology Use in Science Instruction (TUSI): Aligning the Integration of Technology in Science Instruction in Ways Supportive of Science Education Reform. *Journal of Science Education and Technology*, v. 22, n. 4, p. 572-588, 2012.

CANBAZOĞLU BILICI, S. et al. Technological Pedagogical Content Knowledge Self-Efficacy Scale (TPACK-SeS) for Pre-Service Science Teachers: Construction, Validation, and Reliability. *Eurasian Journal of Educational Research*, v. Summer 201, n. 52, p. 37-60, 2013.

CASAL, J. A. V. *Construtivismo tecnológico para promoção de motivação e autonomia na aprendizagem*. Atas do XII Congresso Internacional Galego-Português de Psicopedagogia. Anais. Braga: 2013. Disponível em: <<http://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/26765>>. Acesso em: 02 de outubro 2017.

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

COLL, C.; MONEREO, C. *Psicologia da Educação Virtual, Aprender e Ensinar com as Tecnologias da Informação e da Comunicação*. Porto Alegre: Artmed, 2010.

COUTINHO, C. P. TPACK: em busca de um referencial teórico para a formação de professores em Tecnologia Educativa. *Revista Paidéi@*, v. vol.2, n. n.4, p. 18, 2011.

DARROZ, L. M. et al. Mapas Conceituais como Recurso Didático na formação continuada de professores dos primeiros anos do Ensino Fundamental: um estudo sobre conceitos básicos de astronomia. *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia*, v. 6, n. 3, 2014.

DUTRA, Í. et al. Blog, wiki e mapas conceituais digitais no desenvolvimento de Projetos de Aprendizagem com alunos do Ensino Fundamental. *Revista Novas Tecnologias na Educação (RENOTE)*, v. 4, n. 2, p. 1–10, 2006.

FIUZA, D. Q. R. et al. Uso de objetos de aprendizagem digital para flexibilizar o conhecimento e potencializar a autonomia do aprendiz no ensino da educação ambiental. *Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental*, v. 18, n. 1, p. 583–596, 2014.

FLICK, L.; BELL, R. L. Preparing Tomorrow's Science Teachers to Use Technology: Guidelines for Science Educators. *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, v. 1, n. 1, p. 39–60, 2000.

GRAHAM, C. R. Theoretical considerations for understanding technological pedagogical content knowledge (TPACK). *Computers & Education*, v. 57, n. 3, p. 1953–1960, 2011.

HAN, I.; EOM, M.; SHIN, W. S. Multimedia case-based learning to enhance pre-service teachers' knowledge integration for teaching with technologies. *Teaching and Teacher Education*, v. 34, p. 122–129, 2013.

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

HARRIS, J. B.; HOFER, M. J. Instructional planning activity types as vehicles for curriculum-based TPACK development. In: MADDUX, C. D. (Ed.). *Research highlights in technology and teacher education*. [s.l.] Society for Information Technology in Teacher Education (SITE), 2009. p. 99–108.

HARRIS, J. B.; HOFER, M. J. *Learning activity types wiki*, 2011. Disponível em: <<http://activitytypes.wm.edu/index.html>>. Acesso em: 18 out. 2017

JANG, S.-J.; CHEN, K.-C. From PCK to TPACK: Developing a Transformative Model for Pre-Service Science Teachers. *Journal of Science Education and Technology*, v. 19, n. 6, p. 553–564, 2010.

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

KNÜPPE, L. Motivação e desmotivação: desafio para as professoras do Ensino Fundamental. *Educar em Revista*, n. 27, p. 277–290, 2006.

KOEHLER, M. J.; MISHRA, P. What Happens When Teachers Design Educational Technology? the Development of Technological Pedagogical Content Knowledge. *Journal of Educational Computing Research*, v. 32, n. 2, p. 131–152, 2005.

\_\_\_\_\_. J.; MISHRA, P. What is Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK)? *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, v. 9, p. 60–70, 2009.

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

MISHRA, P.; KOEHLER, M. J. Technological Pedagogical Content Knowledge: A Framework for Teacher Knowledge. *Teachers College Record*, v. 108, n. 6, p. 1017–1054, 2006.

MONTEIRO, B. D. S. et al. Metodologia de desenvolvimento de objetos de aprendizagem com foco na aprendizagem significativa. *XVII Simpósio de Informática na Educação*, 2015.

NISS, M. L. et al. Mathematics teacher TPACK standards and development model. *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, v. 9, n. 1, p. 4–24, 2009.

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.

NOGUEIRA, F.; PESSOA, T.; GALLEGO, M.-J. Desafios e oportunidades do uso da tecnologia para a formação contínua de professores: uma revisão em torno do TPACK em Portugal, Brasil e Espanha. # *Tear: Revista de Educação Ciência e Tecnologia*, v. 4, n. 2, p. 1–20, 2015.

SALVADOR, D. F. et al. Aplicação do modelo de conhecimento tecnológico, pedagógico do conteúdo (TPCK) em um programa on-line de formação continuada de professores de Ciências e Biologia. *Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias*, v. 5, n. 2, p. 31–43, 2010.

SAMPAIO, P. A. DA S. R.; COUTINHO, C. P. Ensinar Matemática com TIC: em busca de um referencial teórico. *Revista Portuguesa de Pedagogia*, p. 91–109, 2012.

\_\_\_\_\_. Ensinar com Tecnologia, Pedagogia e Conteúdo. *Revista Paidéi@*, v. 5, n. 8, 2013.

SHULMAN, L. S. Those Who Understand: Knowledge Growth in Teaching. *Educational Researcher*, v. 15, n. 2, p. 4–14, 1986.

\_\_\_\_\_. Knowledge and teaching: Foundations of the New Reform. *Harvard Educational Review*, v. 57, n. 1, p. 1–21, 1987.

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

THOMPSON, A. D.; MISHRA, P. Breaking News: TPCK becomes TPACK! *Journal of Computing in Teacher Education*, v. 24, n. 2, p. 38–64, 2007.

VOOGT, J.; TILYA, F.; VAN DEN AKKER, J. Science Teacher Learning of MBL-Supported Student-Centered Science Education in the Context of Secondary Education in Tanzania. *Journal of Science Education and Technology*, v. 18, n. 5, p. 429–438, 2009.

**Submetido em 31/10/2018**

**Aprovado em 19/03/2019**