
Instrumentalizando a prática pedagógica mediada com tecnologias digitais no ensino de matemática

Otto Henrique Martins da Silva

PUC-PR

ottohmartins@gmail.com

Patrícia L. Torres

PUC-PR

patricia.lupion@pucpr.br

Sara Dias-Trindade

Universidade de Coimbra

sara.trindade@uc.pt

Resumo

Esse trabalho faz a análise da *instrumentalização da prática pedagógica mediada com tecnologias digitais* no ensino de matemática, na Educação Básica, ao considerar uma experiência docente. Para isso, a sustentação teórico-metodológica da análise é fundamentada, principalmente, no conceito de *mediação pedagógica* proposto por Masetto (2000) e na formulação teórica sobre o *Conhecimento Tecnológico e Pedagógico do Conteúdo* desenvolvida por Mishra e Koehler (2006). Neste trabalho foi feita a análise da *instrumentalização da prática pedagógica* ao considerar alguns recursos tecnológicos como *softwares*, simuladores, aplicativos específicos das disciplinas e livros textos eletrônicos, e a caracterização da mediação pedagógica por meio do estudo das atitudes do professor, ao incorporar as tecnologias digitais em sua prática docente. A partir desses resultados, foram caracterizados o *conhecimento tecnológico do conteúdo* e o *conhecimento pedagógico da tecnologia*, e, também, constatados que esses conhecimentos e a mediação pedagógica com o uso de tecnologias serem indispensáveis para a incorporação das tecnologias digitais na prática docente.

Palavras-chave: Prática Pedagógica. Tecnologias Digitais. Apropriação Tecnológica; Ensino de Matemática.

Instrumentalizing a pedagogical practice mediated by digital technologies in mathematics teaching

Abstract

This work analyses the instrumentalization of the pedagogical practice mediated by digital technologies in the teaching of mathematics, in Basic Education, from a teaching experience. For this, the theoretical and methodological support of the analysis is based mainly on the concept of pedagogical mediation proposed by Masetto (2000) and on the theoretical formulation on the Technological and Pedagogical Knowledge of Content developed by Mishra and Koehler (2006). In this work an analysis of the instrumentalization of the pedagogical practice was made, taking into consideration some technological resources like software, simulators, specific subjects' applications and e-books; and made the characterization of pedagogical mediation through the analysis of

teachers' attitudes, incorporating digital technologies into their teaching practice. From these results, the technological knowledge of the content and the pedagogical knowledge of technology were characterized, as well as verified that this knowledge and pedagogical mediation with the use of technologies is indispensable for the incorporation of digital technologies in teaching practice.

Keywords: Pedagogical Practice; Digital Technologies; Technological Appropriation; Math Teaching.

Introdução

Este texto trata de questões relacionadas ao uso das tecnologias digitais da informação e comunicação – TDIC – em sala de aula e, mais especificamente, sobre a instrumentalização da prática pedagógica mediada com tecnologias digitais no ensino de matemática. Isso diz respeito, portanto, à apropriação das TDIC na prática docente e corresponde a um dos temas educacionais mais importantes nos dias de hoje, principalmente, por vivermos em um período em que as tecnologias digitais estão presentes em praticamente todos os espaços de âmbito social, cultural, econômico, científico e, especialmente, o espaço escolar. Contudo, essa não é a principal razão que nos leva a discutir e analisar o uso das TDIC pelo professor, mas o fato, mais que concreto, da real necessidade de o professor incorporar essas tecnologias em sua prática pedagógica.

O trabalho tem como foco fazer uma análise de uma experiência docente¹ que tornou o uso das TDIC uma prática frequente em sala de aula por um período de mais de três anos, implicando, portanto, o domínio e a incorporação das tecnologias digitais no dia a dia do professor, como nas aulas ministradas, nos planejamentos e preparações de materiais didáticos a partir dos conhecimentos pedagógico, tecnológico e de conteúdo e das suas inter-relações. Por conseguinte, defendemos a tese de que esses conhecimentos são indispensáveis ao professor para que essas tecnologias possam ser incorporadas em sua prática pedagógica.

Em relação ao foco proposto, a investigação objetiva analisar, a princípio, a instrumentalização da prática pedagógica mediada por tecnologias digitais, pois a incorporação das TDIC na prática docente implica, também, em sua instrumentalização, ou seja, quem em sua prática pedagógica incorporou o uso das tecnologias digitais teve que operacionalizar de forma sistemática com recursos didáticos e tecnológicos digitais.

Ao considerar o cenário metodológico do trabalho, vale indagar acerca da instrumentalização da prática pedagógica, a saber: Qual ou quais recursos podem ser utilizados na instrumentalização da prática docente com o uso de tecnologias digitais? Como articular esses recursos de forma que possam corroborar a mediação pedagógica? Quais conhecimentos são

¹ A experiência docente está relacionada ao Ensino Fundamental e Médio.

necessários para a instrumentalização dessa prática? Qual ou quais conhecimentos são produzidos na instrumentalização dessa prática?

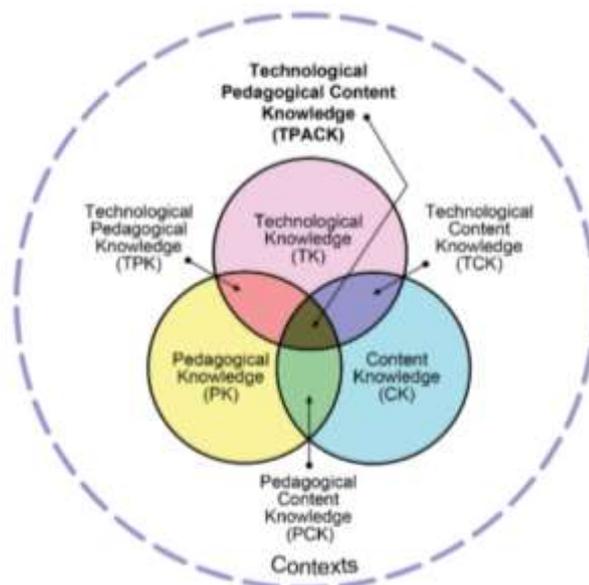
A partir das questões levantadas, buscaremos esclarecer essas perguntas ao analisarmos uma experiência docente em que o uso das TDIC tem ocorrido por um período de mais de três anos. Para tanto, a sustentação teórico-metodológica da análise ao qual esse trabalho se propõe fazer está embasada nos referidos conceitos ao qual nos reportamos no parágrafo anterior. Outro aspecto teórico-metodológico para a realização desse trabalho diz respeito às concepções de conhecimentos tecnológico, pedagógico e de conteúdo formalizado por Mishra e Koeler (2006) em que denomina um novo saber: o Conhecimento Tecnológico e Pedagógico do Conteúdo conhecido com a sigla TPACK (Technogical Pedagogical Content Knowledge). Sob essas concepções serão analisados os conhecimentos evidenciados por meio da instrumentalização e mediação pedagógica com o uso de tecnologias na prática pedagógica docente com o referencial do TPACK.

O TPACK

Sobre o uso e implantação de tecnologias em ambientes escolares, os aspectos sobre o domínio do conhecimento técnico, pedagógico e do conteúdo devem ser considerados, pois o uso das tecnologias digitais da informação e comunicação – TDIC – presume uma articulação tecnológica e pedagógica com o conteúdo no processo de ensino e aprendizagem. Sobre essa questão apresentaremos o conhecimento que trata da integração das tecnologias digitais em ambientes de ensino necessários ao professor para prática pedagógica em novos contextos educacionais. Essa apresentação é realizada por meio de um modelo que integra os três tipos de conhecimento utilizados pelo professor que usa as TDIC em sala de aula, a saber: *conhecimento do conteúdo, tecnológico e pedagógico*, cujo modelo é denominado de *Technogical Pedagogical Content Knowledge - TPACK (Conhecimento Tecnológico e Pedagógico do Conteúdo)*. Esse modelo foi formalmente apresentado por Punya Mishra e Matthew Koehler que nominaram essa abordagem com as siglas TPCK e, posteriormente, por TPACK (MISHRA e KOEHLER, 2006). Essas ideias são detalhadas em Niess et al. (2006), em Mishra e Koehler (2006) e em Koehler e Mishra (2008).

O modelo do TPACK é frequentemente ilustrado por meio do *framework TPACK* utilizando o diagrama de venn, isto é, com três círculos superpostos em que cada um representa uma forma de conhecimento que integra o modelo: *conhecimento tecnológico, conhecimento pedagógico e conhecimento de conteúdo*, conforme ilustra a Figura 1.

Figura 1 – Os sete componentes do TPACK



Fonte: <http://tpack.org/>. Acessado em 06/02/2019

De acordo com Cibotto e Oliveira (2016, p. 13 *apud* MISHRA e KOEHLER, 2006, p. 1020), o TPACK extrapola a simples apresentação dos conhecimentos e as inter-relações, pois “a base do nosso *framework* é o entendimento de que o ensino é uma atividade altamente complexa, que se baseia em vários tipos de conhecimentos. Ensinar é uma habilidade cognitiva complexa que ocorre em um ambiente dinâmico e pouco estruturado”.

O TPACK resulta da articulação de diferentes áreas:

- Conhecimento de Conteúdo (CK), ou seja, sobre os conteúdos de ensino nos quais se incluem "o conhecimento de conceitos utilizados na disciplina, métodos e procedimentos dentro de um determinado campo, os principais fatos, ideias e teorias, estruturas organizacionais, evidências, provas, práticas estabelecidas e abordagens" (Mishra; Koehler, 2006; Koehler; Mishra, 2005; 2008a; 2008b; Harris et al., 2009; Graham, 2011; Mazon, 2012).

- Conhecimento Pedagógico (PK), que remete para os conhecimentos necessários à prática do ensino, como: a preparação de aulas que implica estabelecer uma estratégia para alcançar os objetivos de aprendizagens; a utilização dos recursos pedagógicos, a organização e o funcionamento da sala de aula e o domínio do conhecimento e das teorias didáticas que fundamentam a prática pedagógica no campo da pedagogia, principalmente, do currículo, da didática e da avaliação.

- Conhecimento Tecnológico (TK), o qual deverá estar em contínua evolução por conta das criações e inovações tecnológicas que surgem com frequência e são constantemente atualizadas. Para Mishra e Koehler (2006), este conhecimento diz respeito às habilidades para trabalhar com tecnologias padrão, quer as mais avançadas, nomeadamente as digitais, reforçando também que "a capacidade de aprender e se adaptar a novas tecnologias (independentemente do que são as

tecnologias específicas) ainda será importante" (CIBOTTO; OLIVEIRA, 2016, p. 15 *apud* MISHRA; KOEHLER, 2006, p. 1027-1028).

- **Conhecimento Pedagógico do Conteúdo (PCK)**, que trata já da interseção e interação dos conhecimentos pedagógico e do conteúdo, porém, o conhecimento do conteúdo diz respeito a uma área disciplinar ou específica da ciência. Com esse conhecimento o professor poderá fazer escolhas sobre a melhor forma para ensinar determinado conteúdo aos alunos que implicam em métodos, recursos, sequências didáticas e conhecimento do grupo de alunos em relação ao que será ensinado.

- **Conhecimento Pedagógico da Tecnologia (TPK)**, que corresponde, como ocorre com o conhecimento pedagógico do conteúdo, a uma área do conhecimento oriunda da integração e interação dos conhecimentos pedagógico e tecnológico, além de outros fatores que influenciam na sua criação. Nesse sentido, tem como foco a aprendizagem e objetiva compreender a melhor forma de o professor utilizar determinadas tecnologias para desenvolver os procedimentos de ensino e aprendizagem (CIBOTTO; OLIVEIRA, 2016, p. 17).

- **Conhecimento Tecnológico do Conteúdo (TCK)**, que resulta, principalmente, da interseção e interação dos conhecimentos relacionados com a tecnologia e com o conteúdo, possibilitando um novo saber em que as suas representações se dão sob a perspectiva da tecnologia. Essa tecnologia pode ser resultante da aplicação da ciência de base, como a matemática, evidenciada em equipamentos ou dispositivos eletroeletrônicos ou, ainda, em produtos computacionais como *software* ou aplicativos utilizados em dispositivos ou computadores, *notebooks* ou implementados na rede mundial de computadores ou *web*.

Finalmente, chegamos ao **Conhecimento Tecnológico e Pedagógico do Conteúdo (TPACK)**, que vai além de uma combinação dos três componentes no *framework* e das interações e interseções dos campos dos conhecimentos da tecnologia, da pedagogia e do conteúdo, pois envolve o ensino de conteúdo do currículo por meio de metodologias, técnicas e tecnologias pedagógicas apropriadas. É também um conhecimento do campo profissional necessário ao professor para um ensino com o uso de tecnologias digitais com foco na aprendizagem e na apropriação dessas tecnologias na prática docente.

Portanto, ao considerar o uso das tecnologias digitais na prática pedagógica, o ensino pode ser desenvolvido à luz do modelo do TPACK, em que o professor utiliza diversos conhecimentos que se interseccionam e se inter-relacionam e demandam representações conceituais utilizando tecnologias, técnicas pedagógicas, estratégias metodológicas, além de outras demandas pedagógicas. Esses conhecimentos correspondem aos componentes pedagógico, tecnológico e do conteúdo que contribuem para a constituição do conhecimento tecnológico e pedagógico do conteúdo necessário à integração das tecnologias digitais no ensino.

O modelo proposto por Mishra e Koehler (2006) vem reconhecer a importância da integração da tecnologia no ensino, cruzando conhecimentos científicos, conhecimentos sobre processos, práticas e métodos de ensino e de aprendizagem e sobre todas as tecnologias e os recursos que podem auxiliar no desenvolvimento quer dos conhecimentos científicos quer da própria pedagogia (DIAS-TRINDADE; MOREIRA, 2018). De fato, e no seguimento do já referido anteriormente, é muito importante conseguir perceber não só como usar de forma eficaz as tecnologias mas, sobretudo, saber quando e como é que essa utilização produz um resultado que, verdadeiramente, contribua para uma melhoria do processo de ensino e de aprendizagem.

Em suma, este conceito transformou a forma como se processa a capacitação dos docentes para utilizar tecnologias (HARRIS; HOFFER, 2011) e, como Trindade e Moreira (2017, p. 46) referem, "com a aplicação desse referencial à prática docente, pretende-se que o professor seja capaz de tomar decisões fundamentadas no desenho das suas atividades com as tecnologias."

A instrumentalização e mediação da prática pedagógica com tecnologias digitais

A prática docente na perspectiva de superar a fragmentação do conhecimento e a sua reprodução, privilegiando a autonomia, a reflexão, a criticidade e a criatividade do aluno, é um dos principais desafios na educação atual. Sobre isso, acrescenta-se a dificuldade de o professor incorporar as novas tecnologias digitais à prática pedagógica, visando o seu uso de forma integrada e com foco na aprendizagem do aluno. A partir desse contexto, pensa-se em um ensino que mude a visão e a forma de enfrentamento desses desafios ao se buscar uma compreensão da complexidade dos problemas e dificuldades que se levantam no cotidiano da sala de aula, como as questões de indisciplina e desinteresse, o ensino fragmentado e distante da realidade do aluno e das relações estabelecidas entre esses problemas e o conhecimento a ser ensinado em sala. Portanto, pretende-se uma prática pedagógica em que o uso das tecnologias seja incorporado no dia a dia da sala de aula, possibilitando uma abordagem que minimize os problemas habituais, como os citados no parágrafo anterior, e facilite a conexão da realidade humana (cultural, social, econômica, política etc) com o ensino da disciplina.

Para tanto, há a necessidade de uma mediação pedagógica com o uso das tecnologias; logo, devemos perceber qual é a compreensão que temos acerca da mediação, seja ela em uma pedagogia dita tradicional ou digital. Para Masetto (2000, p.145), a mediação pedagógica é concebida como uma atitude do docente que se apresenta como um facilitador ou incentivador da aprendizagem, uma ponte entre o estudante e a sua aprendizagem, "que ativamente colabora para que o aprendiz chegue aos seus objetivos".

A partir dessa concepção, podemos pensar o uso das tecnologias como uma forma de potencializar a mediação pedagógica, principalmente, no que diz respeito à aprendizagem do aluno frente às dificuldades de compreensão dos conceitos e teorias apresentadas durante a prática pedagógica. Nesse sentido, as tecnologias digitais, além de facilitarem a aprendizagem no processo de ensino, constituem-se em elementos representativos dos objetos de ensino e/ou correspondem a dispositivos/aplicativos digitais que produzem simulações dinâmicas e interativas dos objetos matemáticos. Deve-se destacar que essas tecnologias digitais também incorporam (via *tablet*, por exemplo), diversos *recursos didáticos* como os *livros digitais* que podem ser acessados com possibilidade de fazer anotações ou destaques nos textos ou imagens desse livro, ou o espaço de anotações que corresponde a um “*quadro branco eletrônico*”, com ou sem pauta, em que se fazem anotações textuais ou cálculos matemáticos com a viabilidade de inserções de figuras, gráficos, tabelas ou textos por meio de um recorte de imagem. Entre outros recursos didáticos tecnológicos que podem ser incorporados à prática pedagógica, têm-se os *aplicativos personalizados* para uma disciplina específica que possibilitam acessos aos conteúdos e materiais didáticos como textos, filmes, sites, vídeos e, principalmente, a resolução de problemas escritos e narrados com o uso do “quadro branco eletrônico”.

Um aspecto importante do uso das tecnologias digitais diz respeito à oportunidade do uso mais efetivo durante as aulas, quando se faz a junção e o uso simultâneo do *notebook*², do *tablet*³, do projetor⁴, da tela de projeção e da internet. Esse conjunto de *hardware* e *software* possui uma infinidade de recursos tecnológicos, inclusive todos os que já foram mencionados até o momento, porém, o principal destaque a ser dado a esses *hardwares* e *softwares* é a possibilidade real de a aula ser planejada e conduzida com o uso de aplicativos ou de simuladores ou de vídeos ou de notícias ou de leituras ou de visualizações dinâmicas e interativas ou de jogo ou de games e que, embora o uso desses recursos seja feito de forma planejada, qualquer um deles pode ser acessado e utilizado a qualquer momento, sendo apenas motivado por alguma demanda pedagógica.

Todos esses recursos e aspectos relacionados às TDIC, além de outros fatores, contribuem para a instrumentalização da prática pedagógica, ao tornar operacional todas as ações pedagógicas que possam ser realizadas por meio das tecnologias digitais no âmbito da investigação. Assim, para uma melhor compreensão do uso das tecnologias digitais mencionadas nos parágrafos anteriores, seguem descrições detalhadas de algumas possibilidades da utilização dessas tecnologias de forma operacional.

² Notebook Dell: Inspiron 13 5000 2 em 1

³ Tablet Samsung Galaxy Tab S3

⁴ Projetor PowerLite S17 SVGA 3LCD

O tablet com aplicativos

O *tablet*, para fins pedagógicos, pode ser usado como uma plataforma eletrônica *online* projetada em uma tela com auxílio de um computador, conforme ilustra as fotos a seguir da Figura 2.

Figura 2 – kits *tablet-notebook* e projetor-tela



Figura 2(A)

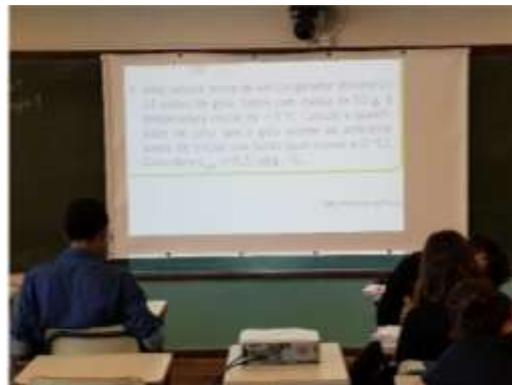


Figura 2(B)

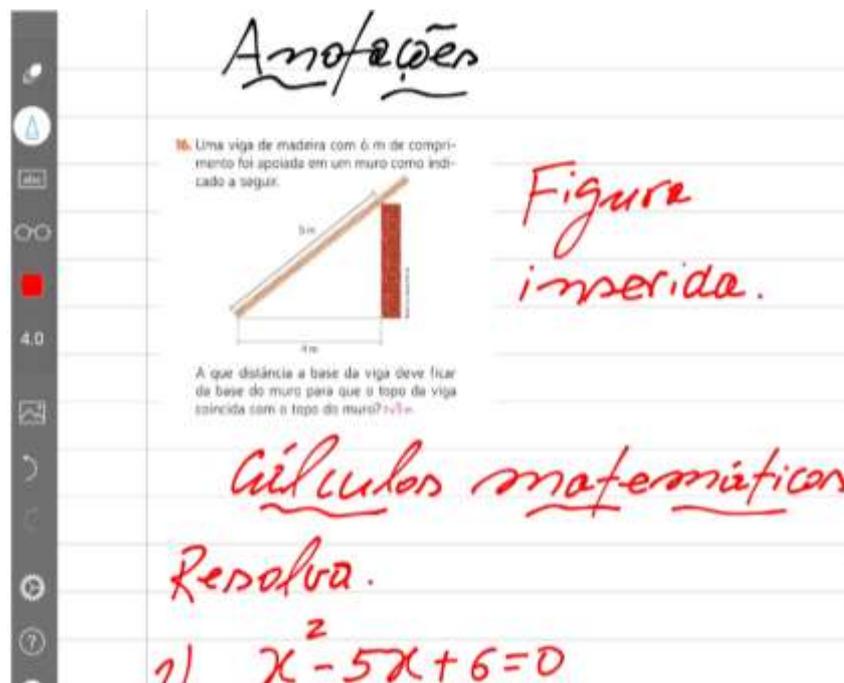
Fonte: Autores

Na foto 2A, tem-se o *tablet* conectado ao notebook através de um cabo USB e espelhado no computador por meio de um programa específico chamado de SideSync⁵ (há outros tipos de programas no mercado), e na foto 2B, a imagem espelhada no computador é projetada em uma tela pendurada por meio de ganchos na parte superior do quadro-negro. Dessa forma, tem-se a projeção da área de trabalho do *tablet* por meio do sistema integrado *tablet-notebook-projetor-tela*, de forma *online*, que possibilita usar essa área de trabalho de várias formas: **utilizando um software ou aplicativo** que viabiliza a realizações de cálculos aritméticos, as visualizações geométricas ou gráficas de simuladores sobre fenômenos físicos de forma dinâmica, assistir vídeos resolvendo um problema de matemática ou de vídeos interessantes do YouTube ou as visualizações de livros textos da disciplina usados durante as aulas ou as visualizações de imagens específicas ou assistir a um filme relacionado ao conteúdo da disciplina; **utilizando sites ou blogs** sobre ciências ou matemática, sobre notícias nos principais jornais regionais ou nacionais e sites ou blogs sobre tecnologias; **utilizando um aplicativo**, como o INKredible PRO⁶, que corresponde a um espaço de anotações de textos (“quadro eletrônico branco”), realizações de cálculos, inserções de figuras ou recortes de textos ou imagens, de realizações de esboços gráficos ou de esquemas sobre problemas propostos e que podem ser projetados como se fosse um quadro-branco com pauta (ou sem pauta), cujas imagens projetadas possuem dimensões semelhantes a de um quadro-negro e com escrita à mão livre ou digitado – vide Figura 3.

⁵ SideSync: *Software* de compartilhamento de conteúdo para computadores pessoais e dispositivos móveis. Disponível em: <<https://sidesync-3-0.softonic.com.br/android>>. Acessado em: 21/01/2019.

⁶ INKredible PRO. Disponível em: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.viettran.INKrediblePro&hl=pt_BR>. Acessado em: 21/01/2019.

Figura 3 – Quadro eletrônico



Fonte: INKredible⁷

Para uma melhor compreensão das possibilidades de uso do *tablet*, segue uma descrição detalhada dos recursos relacionados anteriormente.

Recursos geométricos e algébricos

Um desses recursos é o GeoGebra⁸ que corresponde a um *software* dinâmico de matemática que possibilita trabalhar conceitos matemáticos algébricos ou geométricos de forma direta, ou seja, utilizando a interface gráfica ou algébrica do GeoGebra.

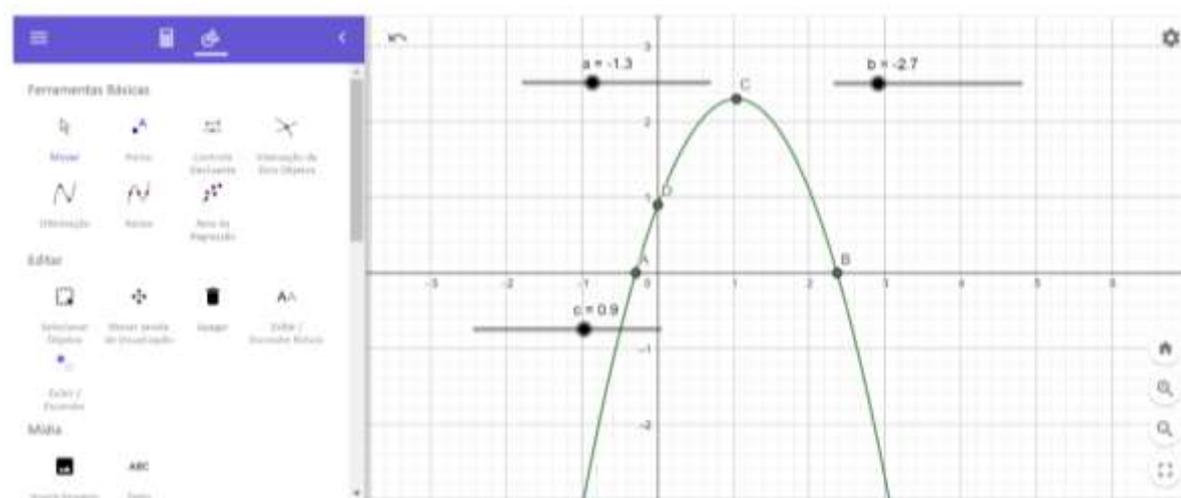
Durante a utilização desse *software*, os conceitos matemáticos podem ser mais bem trabalhados e compreendidos porque a visualização gráfica e dinâmica facilita o seu entendimento, pois as várias formas funcionais ou geométricas podem ser visualizadas de modo animado, ao mesmo tempo em que os conceitos matemáticos são explicados. Por exemplo, na Figura 4, tem-se o gráfico de uma função quadrática em que os coeficientes podem ser modificados por meio dos cursores “a”, “b” e “c” e, ao mesmo tempo, a forma da função é alterada em função dos valores desses coeficientes, mudando também os pontos especiais da função – raízes e interseções com os eixos x e y. Ao se usar esse recurso, a compreensão dos significados dos valores desses coeficientes é facilitada, porque o aluno pode relacionar com as mudanças no formato do gráfico da função.

⁷ Disponível em https://play.google.com/store/apps/details?id=com.viettran.INKredible&hl=pt_BR

⁸ O Geogebra pode ser acessado por meio do link <https://www.geogebra.org/graphing>.

Assim, o aluno observará com mais facilidade que os valores positivos e negativos de “a” implicam a concavidade da curva voltada para baixo ou para cima e que, quanto mais positivo ou negativo for esse valor, mais fechada estará a curva; de outro modo, quanto mais próximo do zero estiver o valor de “a”, mais aberta estará a curva, tendendo a uma reta, quando “a” tender a zero. Essas características gráficas podem ser indicadas e explicadas sem o uso desses recursos, podendo, também, serem visualizadas de forma estática e, certamente, com um número de ilustrações bem inferior ao que se pode fazer com o uso desse *software*, ainda, também, sem a possibilidade de visualizações dinâmicas de modo progressivo e regressivo ao mesmo tempo em que se pode fazer explicações desses conceitos matemáticos.

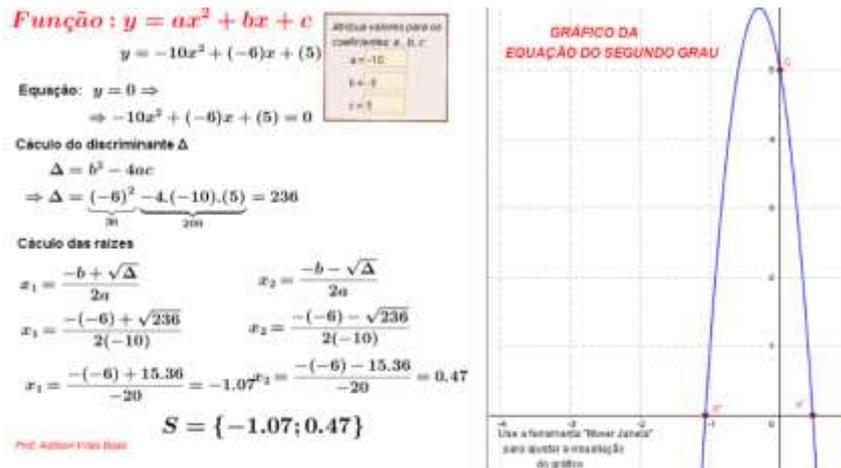
Figura 4 – Geogebra 1



Fonte: Geogebra.

Parece evidente, portanto, que o uso desse recurso pode potencializar, do ponto de vista didático, a compreensão da função quadrática no que diz respeito ao comportamento gráfico. Contudo, a parte algébrica também pode ser desenvolvida no GeoGebra, ao se mostrar as etapas e os significados dos resultados obtidos algebricamente, conforme ilustra a Figura 5. Nessa imagem, mostram-se os cálculos do discriminante ($\Delta = b^2 - 4ac$) e das raízes da equação do segundo grau ($x = \frac{-b \pm \sqrt{\Delta}}{2a}$) ao mesmo tempo em que os valores dos coeficientes da equação podem ser alterados e a função, também, pode ser visualizada no gráfico. Assim, o desenvolvimento algébrico pode ser visto passo a passo para quaisquer valores de “a”, “b” e “c” e as verificações das contas podem ser aferidas e as dúvidas, caso existam, ficam mais fáceis de identificar e serem esclarecidas.

Figura 5 – Geogebra 1



Fonte: Geogebra.

Durante as explicações e/ou correções de exercícios ou problemas, algumas atividades podem ser repetitivas como os cálculos com operações básicas, as visualizações de funções, os valores numéricos de funções algébricas, cálculos de áreas e volumes etc. Nesse caso, quando ocorre a necessidade do uso desses aplicativos ou das verificações de cálculos relacionados aos exercícios ou problemas, alguns aplicativos que realizam esse tipo de tarefa agilizam o *processo de aprendizagem*. Por exemplo, os aplicativos MyScript Calculator⁹ (vide Figura 6), Factorization¹⁰ (vide Figura 7), Geometryx¹¹(vide Figura 9) e Calculadora Divisão¹² (vide Figura 8) possibilitam a realização de cálculos aritméticos e cálculos de áreas e volumes de forma rápida, mesmo quando se está utilizando o aplicativo INKredible PRO, pois as telas no *tablet* podem ser alternadas e as figuras ou operações, transferidas para a área desse aplicativo, tornando o processo mais ágil.

Figura 6 – MyScript Calculator



Fonte: MyScript Calculator

⁹ MyScript Calculator Disponível em: < <https://www.myscript.com/pt/calculator/> >. Acessado em: 21/01/2019.

¹⁰ Factorization. Disponível em: < <https://play.google.com/store/apps/details?id=air.com.intemodino.primefactors> > Acessado em: 21/02/2019.

¹¹ Geometryx. Disponível em: < https://play.google.com/store/apps/details?id=com.famobix.geometryx&hl=pt_BR >. Acessado em: 21/01/2019.

¹² Calculadora Divisão. Disponível em: < https://play.google.com/store/apps/details?id=andrei.brusentcov.schoolcalculator.free&hl=pt_BR >. Acessado em: 08/02/2019.

Na utilização desses aplicativos, também é oportuno esclarecer dúvidas sobre as operações básicas como de multiplicação e divisão ou a obtenção do mínimo múltiplo comum (mmc) e máximo divisor comum (mdc) ou as visualizações de figuras planas (triângulos, trapézios, retângulos, círculos, setores de círculos etc e suas respectivas fórmulas) e espaciais (cilindros, cones, esferas, cubos, troncos de prismas, setores de esferas etc e suas respectivas fórmulas).

Em análise

Nesse ponto, vamos realizar uma análise da instrumentalização da prática pedagógica mediada com tecnologias digitais a partir de uma experiência de docência com o uso de TDIC no ensino básico. O trabalho a ser realizado, tomará como objeto de análise os recursos didáticos e tecnológicos que podem ser operacionalizados durante a prática pedagógica, a saber: o *tablet* com aplicativos (Geogebra, MyScript Calculator, Factorization, Geometryx e Calculadora Divisão), aplicativos da disciplina e livros eletrônicos. Esses recursos representam uma pequena parte dos recursos didáticos e tecnológicos que existem atualmente, porém, correspondem a uma parcela importante e significativa referente aos diversos tipos de recursos disponíveis na *web* atualmente. No entanto, a inovação e modificação dessas tecnologias ocorrem com muita rapidez e as versões são constantemente atualizadas e novas criações aparecem em curto espaço de tempo. Desse modo, consideramos a análise restrita aos recursos didáticos e tecnológicos relacionados, embora o fenômeno pedagógico investigado tenha ocorrido de forma plena em espaços típicos do cotidiano escolar e por um período de mais de três anos (2016, 2017 e 2018).

Ao considerar que a docência de fato ocorreu por esse período, haja visto os registros do vínculo do professor com as instituições de ensino participantes e registros do docente como professor regente, destacamos o conceito de *mediação pedagógica* como central para a análise da instrumentalização da prática docente. De acordo com Masetto (2000), a mediação pedagógica ocorre quando o professor se coloca como facilitador da aprendizagem ao se dispor como uma ponte entre o aprendiz e sua aprendizagem, possibilitando que o aprendiz alcance os seus objetivos. Assim sendo, consideramos como atitude facilitadora da aprendizagem, no contexto da investigação, as diversas situações pedagógicas criadas pelo professor em que cada uma possibilita ser um mediador entre o aprendiz e sua aprendizagem.

A forma do uso integrado entre o *tablet*, o *notebook*, o projetor e a tela possibilita a criação de diversas situações pedagógicas quando os recursos didáticos vinculam conteúdos de ensinamentos para serem utilizados na prática pedagógica do professor, ao facilitar a aprendizagem do aluno. A partir dessa afirmação, seguem as seguintes análises.

Recursos geométricos e algébricos

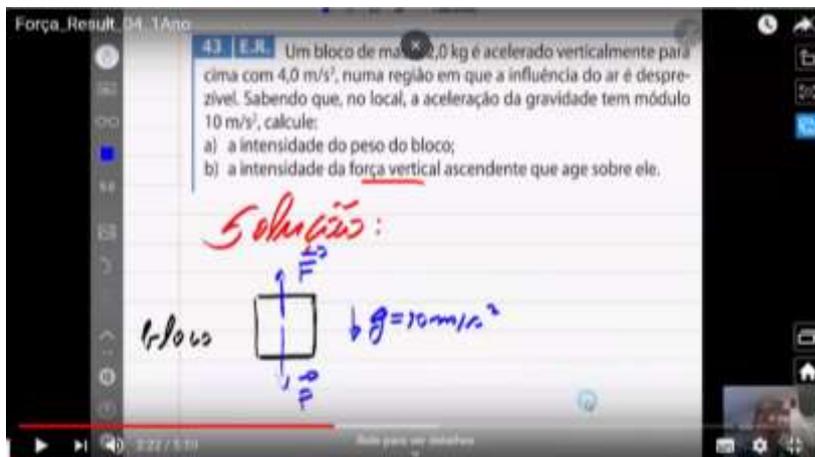
Uma situação pedagógica criada pelo professor ocorre por meio do GeoGebra, por exemplo, o uso da função quadrática com visualização gráfica e dinâmica e a manipulação algébrica no ensino de matemática. Assim, a mediação pedagógica fica caracterizada pela atitude do professor ao criar um *objeto de aprendizagem* que se coloca entre o aprendiz e sua aprendizagem com objetivos de facilitar a compreensão do conteúdo de ensino da função quadrática. Dessa forma, com o estudo dessa função, o aluno pode interagir com o objeto de aprendizagem e perceber, visualmente, as relações entre o formato da função quadrática e os coeficientes dessa função ou as interseções da função com os eixos coordenados do gráfico. Além de possibilitar a visualização gráfica e dinâmica, o objeto de ensino criado mostra as etapas do desenvolvimento algébrico para a obtenção das raízes da função quadrática ao se calcular o discriminante e as raízes x_1 e x_2 , mas, também, ao possibilitar a visualização desses pontos no gráfico.

Nessa investigação, outros recursos algébricos estão presentes na prática pedagógica mediada com o uso de tecnologias, como os aplicativos MyScript Calculator, Factorization e Calculadora Divisão. Esses *softwares* foram utilizados para a explicação ou a verificação de cálculos que agilizam o processo de correção das atividades ou dinamizam as explicações algébricas sobre o conteúdo, mas também contribuem para a mediação pedagógica com o uso de TDIC. E isso ocorre porque o professor pode integrar essas tecnologias em sua ação pedagógica de forma dinâmica e coerente com os objetivos de aprendizagem, ou seja, ao realizar o cálculo de uma multiplicação (ou divisão) durante o estudo da função quadrática, por exemplo, pode retomar o algoritmo do processo multiplicativo (ou de divisão) procurando dirimir as dúvidas pontuais com a possibilidade de repetição de forma ágil e dinâmica por meio do aplicativo *Calculadora Divisão*. Da mesma forma, com os algoritmos para a obtenção do mínimo múltiplo comum (mmc) ou máximo divisor comum (mdc), pode-se explorar as potencialidades dos recursos do aplicativo *Factorization* na retomada dos conceitos e da operacionalização do mmc e mdc, ou, no caso dos conteúdos de geometria plana ou espacial, uma revisão dos elementos e formulários relacionados a perímetros, alturas, áreas ou volumes dentre outros. Nesse caso, o aplicativo, além de visualizar a figura plana ou o sólido geométrico com todos os elementos e formulários, mostra todos os resultados a partir da entrada das informações via teclado. Assim, a visualização gráfica ajuda o aluno abstrair os elementos das figuras planas ou dos sólidos geométricos ou a própria visualização das figuras ou dos sólidos ou até a verificação dos cálculos realizados.

Aplicativos da disciplina

Uma outra possibilidade da mediação da prática pedagógica é o uso do *Aplicativo da disciplina*, pois corresponde a uma forma de auxiliar os alunos nos estudos com materiais sobre orientações para os trabalhos escolares, conteúdos de ensino, leituras e vídeos/documentários e, principalmente, resolução de problemas por meio dos vídeos-exercícios produzidos pelo professor. Assim, a mediação pode ser caracterizada quando os vídeos-exercícios são utilizados pelos alunos para facilitar a compreensão de determinado conceito ou teoria matemática ou as respectivas aplicações na forma de problemas ou exercícios, conforme mostra uma tela na figura 16. Nesse caso, os alunos, além de acessarem os vídeos por meio do aplicativo ou no canal YouTube, podem baixar no celular ou *tablet* e assistirem com a possibilidade de pausarem e repetirem os vídeos-exercícios e até encaminharem dúvidas por meio do *link Mande a sua mensagem*.

Figura 10 – Vídeo - exercício



Fonte: autores

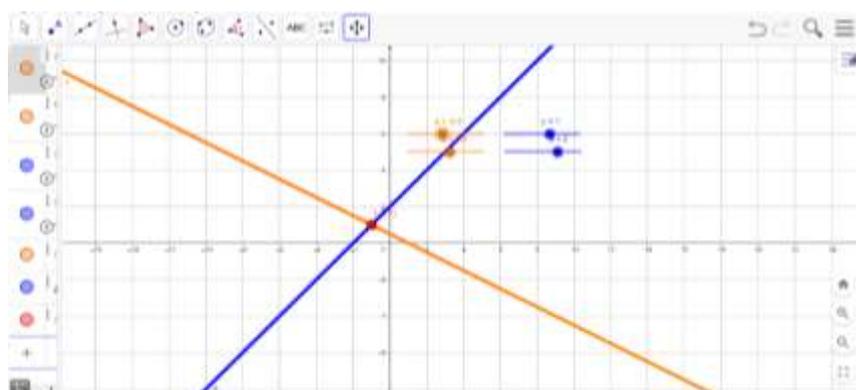
Livros textos

Finalmente, temos os livros textos como instrumentos utilizados na mediação pedagógica por meio da projeção do seu conteúdo na tela e da articulação pedagógica do professor no ensino dos conceitos e teorias. Nesse caso, a mediação pedagógica fica caracterizada quando o professor utiliza o texto ou figura do livro para ensinar algum conceito e evidenciar aspectos importantes do texto ou de figuras por meio de recursos específicos, como um zoom ou uso da caneta do *tablet* para grifar ou circular frases ou figuras, ou até mesmo na resolução de exercícios ou problemas em que a leitura e os destaques das informações relevantes podem ser evidenciados por meio dos mesmos recursos utilizados para os textos e figuras. A mediação pedagógica fica também caracterizada quando o próprio conteúdo do livro (textos, figuras, problemas, fórmulas etc), mobilizado por meio de uma problematização, provoca a necessidade de utilização de outros recursos pedagógicos (como um

simulador, vídeo, gráfico dinâmico, um aplicativo algébrico ou geométrico, uma figura etc) para uma melhor compreensão e/ou esclarecimentos acerca da questão formulada na problematização.

Por exemplo, em relação ao problema proposto no texto de matemática da figura 15, pode-se utilizar o GeoGebra como objeto de aprendizagem para fazer uma visualização gráfica e dinâmica¹³ e perceber a solução gráfica do problema, podendo, inclusive, verificar outras situações em que os coeficientes das equações podem ser alterados por meio de cursores, conforme mostra a figura 18. Nesse caso, as situações diferentes podem ser encontradas ao se mover os cursores “a” e “b” para a reta laranja e os cursores “c” e “d”, para a reta azul e as respectivas soluções correspondem cada ponto de interseção das retas.

Figura 11 – Soluções gráficas de duas equações



Fonte: Geogebra.

Em conclusão

Ao tratar de questões relacionadas ao uso de tecnologias digitais no ensino de matemática, esta investigação priorizou o “espaço” da prática pedagógica em que o ensino e a aprendizagem mais efetivamente ocorrem: a *mediação pedagógica*. Além disso, a orientação norteadora desse processo investigativo considerou como questão central a real necessidade de o professor incorporar as tecnologias digitais em sua prática pedagógica, sendo essa questão um dos maiores desafios da educação no mundo contemporâneo. A partir desses motes, a investigação contribuiu com indicações de tecnologias¹⁴ utilizadas em práticas pedagógicas durante um período de mais de três anos em uma docência para a disciplina de matemática. Contudo, essas indicações representam uma pequena amostra dos recursos digitais disponibilizados nos espaços da *web*, mas ressaltamos que a indicação do kit *tablet-notebook-tela-projetor* se constitui em um poderoso instrumento para a prática pedagógica mediada com tecnologias, cujos impactos sobre o ensino e a aprendizagem

¹³ Geogebra. Sistemas de equações. Disponível em: < <https://www.geogebra.org/m/btX4zpse> >. Acessado em 03/03/2019.

¹⁴ Foram indicadas nos itens seção 3 (O tablet com aplicativos, recursos geométricos e algébricos, simuladores de fenômenos físicos, aplicativos da disciplina e livros textos).

necessitam ser devidamente avaliados e analisados em outras pesquisas sobre o uso das TDIC. Esse fato, inclusive, diz respeito aos termos “Em análise” e “Em conclusão” utilizados como títulos nas seções deste texto, pois consideramos prematuro, no âmbito desta investigação, uma análise e um diagnóstico conclusivo acerca da integração desses *hardwares* e *softwares* utilizados como recursos tecnológicos para a mediação pedagógica. Apesar da restrição dada ao termo “análise” nesta investigação, consideramos que a análise caracterizou os recursos didáticos e tecnológicos operacionalizados na prática pedagógica como mediadores pedagógicos ao proporcionarem facilidades para a aprendizagem do aluno, atendendo o que Masetto (2000) nos coloca acerca da mediação pedagógica, ou seja, de acordo com as análises realizadas, a mediação pedagógica ocorreu com a contribuição de diversos recursos didáticos e tecnológicos que se posicionaram como pontes entre o aprendiz e sua aprendizagem, possibilitando mais facilidade para essa aprendizagem.

Ao considerar a formulação conceitual sobre o *conhecimento tecnológico e pedagógico do conteúdo*, percebeu-se, a princípio, que em todas as situações de aprendizagem protagonizada pelo professor, a utilização de um conjunto de conhecimentos se faz necessária à prática pedagógica, tais como: conhecimentos sobre os conteúdos de ensino inerentes à disciplina de matemática; conhecimentos relacionados aos objetos de aprendizagem e a integração dos recursos tecnológicos formados pelo *tablet*, *notebook*, tela de projeção e projetor; e conhecimentos necessários à prática pedagógica desenvolvida no processo de ensino e aprendizagem. Contudo, ao considerar a mediação pedagógica, os registros de algumas possibilidades do uso das tecnologias digitais mostraram evidências de conhecimentos resultantes das intersecções e inter-relações dos três tipos de conhecimentos relacionados neste parágrafo, quando a narrativa da mediação pedagógica busca traduzir o fenômeno da complexidade do ensino baseado em diversos tipos de conhecimentos. Essas evidências, contudo, são minimamente registradas por meio da escrita e das figuras em um dado instante das representações dinâmicas produzidas pelos recursos gráficos e simuladores; no entanto, não representam a totalidade do complexo fenômeno da mediação pedagógica. Apesar dessa pequena “janela” de registros, faremos algumas considerações sobre esses registros relacionados ao *conhecimento tecnológico do conteúdo*, ao *conhecimento pedagógico da tecnologia* e ao *conhecimento pedagógico e tecnológico do conteúdo*.

Em uma dessas narrativas foi registrado o conhecimento tecnológico do conteúdo que resulta da intersecção e interação entre os conhecimentos tecnológico e do conteúdo (vide *framework* do TPACK). Por exemplo, na terceira seção desse trabalho, há duas figuras que mostram o *software* GeoGebra com ferramentas utilizadas para manipular as representações da função quadrática por meio de cursores ou do teclado. Os objetos foram criados por meio do conhecimento tecnológico do conteúdo e a partir de seus conhecimentos de referência: os conhecimentos tecnológico e do conteúdo. Ainda, sobre esses mesmos exemplos, podemos associar o *conhecimento pedagógico da*

tecnologia, pois a capacidade de escolha desses recursos ou ferramentas tecnológicas para serem utilizados no ensino da disciplina de matemática, deu-se segundo critérios pedagógicos e tecnológicos, ou seja, que se localizam na intersecção do conhecimento pedagógico e tecnológico.

Já o *conhecimento tecnológico e pedagógico do conteúdo*, de acordo com a formulação de Mishra e Koehler (2006), requer compreensões das representações de conceitos por meio de tecnologias, técnicas pedagógicas que utilizam as tecnologias para o ensino, além de outros requisitos. No entanto, há de se indagar acerca desse conhecimento quanto a sua existência e concretude, ou seja, qual a sua natureza e quais seriam os seus registros? Porém, a sua formulação supõe um conhecimento resultante da intersecção e inter-relação dos três conhecimentos de dimensão pedagógica, tecnológica e de conteúdo e, de acordo com a figura 1, ele existe somente quando há contribuições simultâneas dessas dimensões. A partir dessa consideração, apontamos que as dimensões dos conhecimentos registrados não foram suficientes para a caracterização do conhecimento tecnológico e pedagógico do conteúdo e que, para isso, os registros deveriam contemplar todas as dimensões representativas desse conhecimento, conforme são destacados na figura 1 do *framework* para o TPACK.

Finalmente, em relação à instrumentalização da prática pedagógica mediada com tecnologias digitais, constatamos um volume considerável de *hardware*, *software* e conhecimentos específicos, como o conhecimento tecnológico, o conhecimento tecnológico do conteúdo e o conhecimento pedagógico da tecnologia, conforme registrados na segunda seção do referido trabalho. A partir desses conhecimentos, as análises dos registros dos recursos geométricos e algébricos, os simuladores dos fenômenos físicos, os aplicativos das disciplinas e os livros textos evidenciaram que o uso desses recursos digitais contribuiu de forma significativa para a instrumentalização da prática pedagógica mediada com tecnologias, pois o uso pedagógico desses recursos caracterizou a mediação pedagógica, e isso ficou evidenciado na análise com a possibilidade das visualizações gráficas dinâmicas dos objetos matemáticos. Portanto, consideramos que os conhecimentos relatados nesse parágrafo são fundamentais para que o professor possa incorporar as tecnologias digitais em sua prática pedagógica e que a mediação pedagógica com o uso dessas tecnologias corrobora também essa incorporação.

REFERÊNCIAS

CIBOTTO, Rosefran Adriano Gonçalves, Oliveira, Rosa Maria Moraes Anunciato. TPACK – Conhecimento tecnológico e pedagógico do conteúdo: Uma revisão teórica. **Imagens da Educação**, v. 7, n. 2, p. 11-23, 2017. Disponível em: < <http://doi.org/10.4025/imagenseduc.v7i2.34615> >. Acessado em: 01/03/2019.

DIAS-TRINDADE, S.; MOREIRA, J. A. (2018). Avaliação das competências e fluência digitais de professores no ensino público médio e fundamental em Portugal. **Revista Diálogo Educacional**, 18(58), 624-644, jul/set.

HARRIS, J., & HOFER, M. Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) in Action: A Descriptive Study of Secondary Teachers' Curriculum-Based, Technology-Related Instructional Planning. **Journal of Research on Technology in Education**, 43(3), 2011, p. 211–229.

KOEHLER, M. J., & MISHRA, P. (2008). Introducing Technological Pedagogical Knowledge. In: AACTE (Ed.). **The Handbook of Technological Pedagogical Content Knowledge for Educators**. Routledge.

MASETTO, M. T. Mediação Pedagógica e o uso da tecnologia. In **Novas Tecnologias e Mediação Pedagógica**. Moran, J. M., Behrens, M. A., Masetto, M. T. Capinas. 10º ed. Papirus. 2000.

MISHRA, P., & KOEHLER, M. (2006). Technological Pedagogical Content Knowledge: A framework for teacher knowledge. **Teachers College Record**, v. 108, n.6, p. 1017-1054.

NISS, M. L., LEE, K., SADRI, P., SUHARWOTO, G. (2006). Guiding Inservice Mathematics Teachers in Developing a Technology Pedagogical Content Knowledge (TPCK). **American Education Research Association Annual (AERA)**. Conference, San Francisco, CA.

TRINDADE, S. D.; MOREIRA, J. A. (2017). A Emergência do Mobile Learning e os Novos Desafios Formativos para a Docência em Rede. In TORRES, P. (Org.). **Redes e mídias sociais** (pp. 41-57), Curitiba: APPRIS.