

CONSTRUÇÃO E EXPLORAÇÃO DE TAREFAS COM *FEEDBACKS AUTOMÁTICOS* NO GEOGEBRA: EVIDÊNCIAS DE CONHECIMENTOS TPACK

CONSTRUCTION AND EXPLORATION OF TASKS WITH AUTOMATED FEEDBACK ON GEOGEBRA: EVIDENCE OF TPCK KNOWLEDGE

CONSTRUCCIÓN Y EXPLORACIÓN DE TAREAS CON RETROALIMENTACIONES AUTOMÁTICAS EN GEOGEBRA: EVIDENCIAS DE CONOCIMIENTOS TPACK

MARIA LUIZA EYNG¹
JORGE CÁSSIO COSTA NÓBRIGA²

RESUMO

Neste artigo, apresentamos parte de uma pesquisa que teve como objetivo analisar os conhecimentos docentes que são evidenciados em um curso de formação de professores voltado para a produção de tarefas com *feedbacks* automáticos no GeoGebra. Essa pesquisa baseou-se, sobretudo, na Teoria do Conhecimento Pedagógico Tecnológico do Conteúdo (TPACK). Nesse sentido, *feedbacks* automáticos no GeoGebra. Neste artigo trazemos parte dos resultados cujo objetivo é compreender, a partir desse recorte, como se manifestam os conhecimentos docentes, especialmente no que se refere à mobilização do modelo TPACK na prática de planejamento e implementação de tarefas com *feedbacks* automáticos no GeoGebra. A análise dos resultados revela que os principais conhecimentos TPACK evidenciados são o Conhecimento Pedagógico do Conteúdo e o Conhecimento Tecnológico, entretanto, há evidências de desenvolvimento integrado de conhecimentos TPACK.

Palavras-chave: Feedback; GeoGebra; TPACK; Tarefas.

ABSTRACT

In this article we present part of a research project that aimed to analyze the teachers knowledge evidenced in a teacher training course focused on producing tasks with automatic feedback in GeoGebra. This research was primarily based on the Theory of Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK). To this end, a teacher training program focused on the construction and exploration of tasks with automatic feedback in GeoGebra was developed and implemented. This article presents part of the results, aiming to understand, from this perspective, how teachers knowledge manifests itself, especially regarding the mobilization of the TPACK model in the practice of planning and implementing tasks with automatic feedback in GeoGebra. The analysis of the results reveals that the main TPACK knowledge areas evidenced are Pedagogical Content Knowledge and Technological Knowledge; however, there is evidence of integrated development of TPACK knowledge areas.

Keywords: Feedback; GeoGebra; TPCK; Tasks.

RESUMEN

Este artículo presenta parte de un proyecto de investigación cuyo objetivo fue analizar el conocimiento docente evidenciado en un curso de formación centrado en la creación de tareas con retroalimentación automática en GeoGebra.

¹ Mestranda em Ensino de Ciências Naturais e Matemática (FURB). Professora de matemática na Rede Municipal de Pomerode (SC). E-mail: marialuiza.eyng@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-2118-4366>

² Doutor em Educação (UnB). Professor adjunto da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). E-mail: j.cassio@ufsc.br. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5745-6610>

Esta investigación se basó principalmente en la Teoría del Conocimiento Tecnológico-Pedagógico-Contenido (TPACK). Para ello, se desarrolló e implementó un programa de formación docente enfocado en la construcción y exploración de tareas con retroalimentación automática en GeoGebra. Este artículo presenta parte de los resultados, con el fin de comprender, desde esta perspectiva, cómo se manifiesta el conocimiento docente, especialmente en lo que respecta a la movilización del modelo TPACK en la práctica de la planificación e implementación de tareas con retroalimentación automática en GeoGebra. El análisis de los resultados revela que las principales áreas de conocimiento TPACK evidenciadas son el Conocimiento Pedagógico-Contenido y el Conocimiento Tecnológico; sin embargo, se observa un desarrollo integrado de dichas áreas.

Palabras-clave: Retroalimentación; GeoGebra; TPCK; Tareas.

INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas pudemos observar o avanço da tecnologia, que tem se mostrado um fenômeno marcante em praticamente todas as áreas do conhecimento e da sociedade. A transformação promovida pelo desenvolvimento tecnológico impactou significativamente a forma como vivemos, trabalhamos, nos comunicamos e, evidentemente, como ensinamos e aprendemos.

No âmbito educacional não foi diferente, é possível observar um aumento expressivo da presença de recursos digitais no cotidiano das instituições escolares. Esses recursos vêm sendo incorporados gradualmente ao ambiente educacional, o que tem provocado necessidade de mudanças nas práticas pedagógicas, como o uso de metodologias ativas e a integração de recursos digitais. Conforme apresentado por Lemes e Domingues (2021):

O avanço tecnológico tem mudado o modo como nos relacionamos, como nos comunicamos e seus efeitos têm influenciado também o modo que aprendemos. [...] o método tradicional de ensino, por transmissão de conteúdo, em que o professor é o único detentor do conhecimento, já não faz mais sentido na sociedade conectada em que vivemos.(LEMES; DOMINGUES, 2021, p. 5).

Essa nova realidade estabelece aos docentes o desafio de adquirir e desenvolver habilidades que vão além do domínio do conteúdo e das metodologias tradicionais de ensino. Para integrar, de maneira eficaz, os recursos digitais às práticas educativas, os professores precisam se apropriar de novos conhecimentos que lhes permitam explorar todo o potencial pedagógico desses recursos.

Nesse contexto, ao buscar abordagens pedagógicas que possibilitem o uso significativo de recursos digitais nos processos de ensino e de aprendizagem, é comum observar uma valorização crescente de aspectos como a personalização do ensino, a interatividade nas atividades propostas e o incentivo à autonomia dos estudantes. Com isso, se torna evidente que o domínio do conteúdo ou mesmo de práticas pedagógicas de maneira isolada não é suficiente para enfrentar os desafios atuais da docência. De acordo com Gonçalves *et al.* (2024), a incorporação do conhecimento tecnológico às práticas pedagógicas se revela uma necessidade urgente. No entanto, é importante destacar que o conhecimento tecnológico, de maneira isolada, também não atende de maneira satisfatória às demandas de ensino e de aprendizagem.

É nesse cenário de integração entre diferentes conhecimentos e habilidades que se destaca a relevância do modelo teórico do Conhecimento Tecnológico Pedagógico do Conteúdo (TPACK), desenvolvido por Mishra e Koehler (2006). Esse modelo propõe uma articulação entre três tipos de

conhecimento fundamentais para a prática docente: o conhecimento de conteúdo, o conhecimento pedagógico e o conhecimento tecnológico. O TPACK oferece, portanto, um referencial valioso para pensar a formação e a atuação de professores, especialmente no que se refere ao uso pedagógico de recursos digitais.

Com base nesse modelo, Polly (2011) defende que o desenvolvimento profissional docente, especialmente de professores de matemática, deve ser repensado a partir das interações entre esses diferentes tipos de conhecimento. A formação continuada dos professores, nesse sentido, deve favorecer experiências que promovam a integração entre o saber disciplinar, as metodologias de ensino e as tecnologias disponíveis, visando o melhoramento das práticas pedagógicas.

Paralelamente as discussões teóricas a respeito do TPACK voltadas a formação docente, os principais documentos que orientam a educação básica brasileira, como a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e o Plano Nacional de Educação (PNE) enfatizam a importância de promover um ensino que favoreça o desenvolvimento de estudantes engajados, autônomos e reflexivos. Entre as estratégias que podem contribuir para esse objetivo, destaca-se o uso de *feedbacks* formativos.

Segundo Shute (2008) e Gontijo (2021), os *feedbacks* formativos constituem uma abordagem eficaz para orientar o processo de aprendizagem, oferecendo aos estudantes informações que os ajudam a compreender seus erros e acertos. Em ambientes digitais, como o proporcionado pelo software GeoGebra, essa estratégia pode ser potencializada por meio da inserção de *feedbacks* automáticos, que de maneira personalizada podem promover um acompanhamento mais próximo do percurso de aprendizagem de cada estudante, focando em necessidades reais.

Considerando esses aspectos e fundamentos teóricos, e reconhecendo a necessidade de aprofundar as investigações sobre como os professores mobilizam seus conhecimentos ao trabalhar com *feedbacks* automáticos no GeoGebra, elaboramos uma pesquisa com o objetivo de analisar os conhecimentos docentes evidenciados em um curso de formação de professores para a produção de tarefas com *feedbacks* automáticos no GeoGebra.

Esse artigo faz parte de um recorte de nossa pesquisa, desenvolvida no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais e Matemática (PPGECIM) da Universidade Regional de Blumenau (FURB). Nessa pesquisa, buscando atingir nosso objetivo, realizamos um curso de formação com professores de matemática da educação básica voltado para a construção e exploração de tarefas com *feedbacks* automáticos no GeoGebra.

Nesse recorte buscamos responder à seguinte pergunta: Quais conhecimentos TPACK são evidenciados durante a elaboração e a experimentação de uma tarefa com *feedbacks* automáticos no GeoGebra? Dessa forma, este artigo apresenta uma análise centrada na produção e aplicação de uma tarefa desenvolvida por um dos professores concluintes do curso. O objetivo é compreender, a partir desse caso, como se manifestam os conhecimentos docentes, especialmente no que se refere à mobilização do modelo TPACK na prática de planejamento e implementação de tarefas com *feedbacks* automáticos no GeoGebra.

A seguir, apresenta-se o referencial teórico que fundamenta a pesquisa, em especial a teoria TPACK e os conceitos de *feedback* formativo. Em seguida são descritos os procedimentos metodológicos adotados, os resultados analisados e, por fim, as considerações finais decorrentes da análise realizada.

FEEDBACKS AUTOMÁTICOS EM CONTEXTO DE ENSINO

Definimos como *feedback* como uma informação dada em forma de resposta a uma tarefa realizada. Nesse artigo trataremos de *feedbacks* em contextos de ensino, ou seja, retornos fornecidos aos estudantes com o objetivo de promover o ensino e a aprendizagem. Esse tipo de *feedback*, de acordo com Cardoso (2011, p. 18), “começou a ser utilizado durante o behaviorismo. O *feedback* era um mecanismo usado para reforçar ou descartar respostas.”. Contudo, à medida que as teorias de aprendizagem evoluíram, o papel dos *feedbacks* ampliou, deixando de ser concebido apenas como um instrumento de reforço comportamental para ser reconhecido também como uma oportunidade de promover a reflexão e a motivação dos estudantes.

Nesse contexto, trabalharemos com o conceito de *feedback* formativo. Conforme Shute (2008, p. 1, tradução nossa) “o *feedback* formativo representa a informação comunicada ao estudante que se destina modificar o pensamento ou comportamento com o propósito de melhorar a aprendizagem”. Ainda de acordo com Shute (2008), o principal objetivo desse tipo de *feedback* consiste em favorecer o desenvolvimento do conhecimento, das habilidades e da compreensão de determinada área do conteúdo ou habilidade geral.

Para atingir esse objetivo, devemos reconhecer que o *feedback* não se trata de um produto, mas sim de um processo. Conforme apontado por Costa *et al.* (2016), a eficiência de um *feedback* no processo de aprendizagem está condicionada a diversos fatores, como a complexidade da atividade proposta, as características individuais do estudante (como o conhecimento prévio, a capacidade de processar informações e a motivação para superar dificuldades), os objetivos pedagógicos do *feedback*, a efetividade do processo de diagnóstico (incluindo a identificação de dificuldades e a seleção adequada das intervenções) e, por fim, a qualidade do próprio *feedback* oferecido.

Utilizamos em nossa pesquisa a definição para *feedbacks* proposta por Cardoso (2018). Nesse contexto, trataremos de *feedbacks* em ambientes computacionais e transmitidos de maneira imediata e síncrona, o que podemos chamar de *feedback* automático. Nóbrega e Dantas (2021) salientam que no contexto da educação online, o *feedback* pode ter seu potencial de contribuição ampliado, especialmente em razão das múltiplas possibilidades proporcionadas pelos sistemas computacionais voltados ao suporte do processo de aprendizagem.

Da mesma maneira, Shute (2008) salienta a importância de *feedbacks* presentes em ambientes computacionais na atualidade e registra que:

no ensino assistido por tecnologia, semelhante aos ambientes de sala de aula, o *feedback* formativo compreende informações - uma mensagem, um display e assim por diante - apresentadas ao estudante após a contribuição do estudante (ou mediante solicitação, se aplicável), com o objetivo de moldar a percepção, a cognição ou a ação do estudante. (Shute 2008, p. 1, tradução nossa)

Segundo Gontijo (2021), o *feedback* desempenha um papel essencial na aprendizagem em Matemática. Os *feedbacks* automáticos têm se destacado como ferramentas pedagógicas valiosas no contexto educacional, oferecendo benefícios significativos tanto para estudantes quanto para professores. Sua natureza adaptativa permite que o retorno seja ajustado às necessidades individuais dos estudantes, favorecendo um acompanhamento mais personalizado. Além disso, a capacidade de fornecer respostas imediatas contribui diretamente para a identificação de

erros em tempo real, o que fortalece o processo de construção de conhecimento e favorece a consolidação de conceitos.

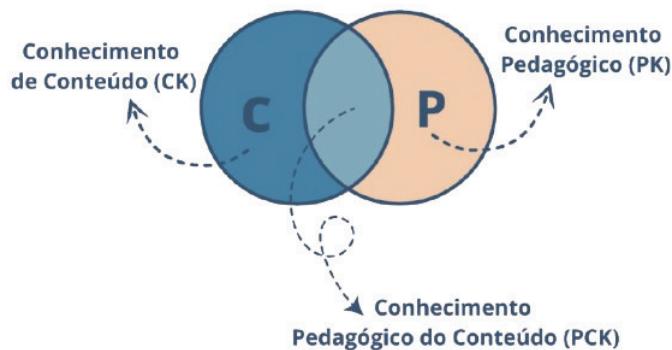
Essa resposta instantânea torna o aprendizado mais ágil e eficiente, promovendo maior engajamento, motivação e autonomia por parte dos estudantes. Dessa forma, a incorporação de *feedbacks* automáticos em ambientes educacionais digitais se apresenta como uma estratégia eficaz para enriquecer as práticas pedagógicas, possibilitando um ensino mais dinâmico e centrado no desenvolvimento contínuo do estudante.

Dessa maneira, ao refletir sobre a utilização de *feedbacks* automáticos no contexto educacional, se torna essencial reconhecer que sua efetividade está intimamente ligada à capacidade do professor de articular, de maneira coerente e integrada, os diferentes saberes que compõem sua prática docente. Essa articulação exige mais do que o domínio técnico das ferramentas e recursos digitais, mas também uma compreensão pedagógica e conceitual que oriente o uso intencional e significativo desses recursos. Nesse sentido, no próximo tópico, será discutida a Teoria do Conhecimento Tecnológico Pedagógico do Conteúdo (TPACK) no âmbito da formação de professores de matemática, com o objetivo de compreender como essa abordagem contribui para a construção de práticas pedagógicas mais integradas, reflexivas e eficazes.

TPACK NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE MATEMÁTICA

O desenvolvimento da docência requer um domínio plural e integrado de conhecimentos e, consequentemente, suas interações. Nesse sentido, as formações de professores devem apoiar-se em teorias que abordem esses conhecimentos e suas inter-relações. Schulman (1986) foi pioneiro ao propor que são importantes as interações entre os conhecimentos pedagógicos e de conteúdo. Com essa representação argumentou que há uma intersecção entre esses conjuntos e nela está o que chamou de Conhecimento Pedagógico do Conteúdo (PCK).

Figura 1 - Conhecimento Pedagógico do Conteúdo.



Fonte: Adaptado de Mishra e Koehler (2013).

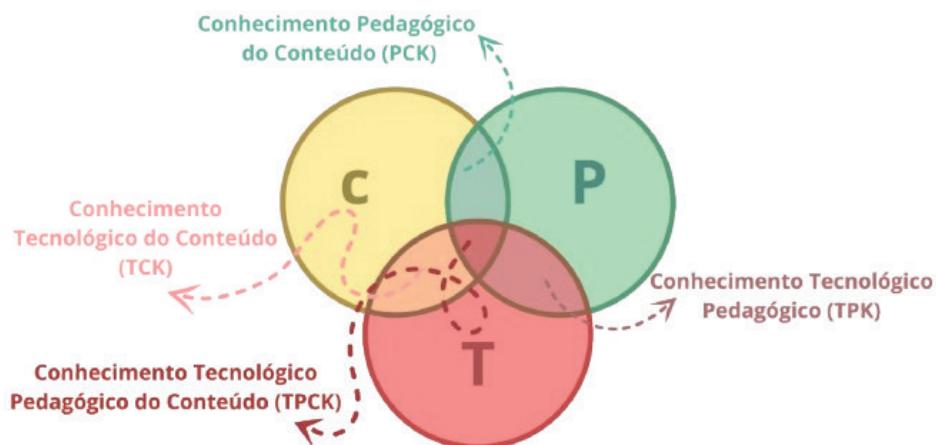
Ainda de acordo com Fernandez (2011), os principais elementos na concepção de Schulman (1986) para o PCK incluem o conhecimento sobre o domínio das formas de representação do conteúdo específico e das estratégias instrucionais adequadas, bem como a compreensão das dificuldades de aprendizagem e das concepções dos estudantes em relação a esse conteúdo.

Após a fundamentação proposta por Schulman, o avanço dos recursos digitais trouxe a necessidade de integrá-los ao contexto de ensino. Pensando nessa necessidade, Mishra e Koehler (2006) apresentaram uma estrutura que enfatiza as conexões, interações, possibilidades e restrições entre conhecimentos tecnológico, pedagógico e de conteúdo, conhecida como Conhecimento Tecnológico Pedagógico do Conteúdo (TPACK). Eles definem TPACK como:

TPCK é a base do ensino eficaz com tecnologia, exigindo uma compreensão da representação de conceitos por meio de tecnologias; técnicas pedagógicas que utilizam tecnologias de forma construtiva para ensinar conteúdos; conhecimento sobre o que torna os conceitos difíceis ou fáceis de aprender e como a tecnologia pode ajudar a resolver alguns dos problemas que os alunos enfrentam; conhecimento sobre os conhecimentos prévios dos alunos e sobre teorias da epistemologia; e conhecimento sobre como as tecnologias podem ser usadas para construir saberes existentes, desenvolver novas epistemologias ou fortalecer as antigas. (Mishra e Koehler 2006, p.1025, tradução nossa)

A teoria proposta por Mishra e Koehler também pode ser representada através de conjuntos em forma de diagrama, conforme a Figura 2:

Figura 2 - Conhecimento Tecnológico Pedagógico do Conteúdo.



Fonte: Adaptado de Mishra e Koehler (2013).

Mishra e Koehler (2006) enfatizam ainda que o diferencial da teoria é tratar das interações entre conteúdo (C), tecnologia (T) e pedagogia (P), ao invés de tratar cada elemento de maneira isolada:

O que diferencia a nossa abordagem é a especificidade da articulação dessas relações entre conteúdo, pedagogia e tecnologia. Em termos práticos, isso significa que além de olharmos para cada um desses componentes isoladamente, também precisamos olhar para eles em pares: conhecimento pedagógico do conteúdo (PCK), conhecimento tecnológico do conteúdo (TCK), conhecimento pedagógico da tecnologia (TPK), e todos os três tomados em conjunto como conhecimento tecnológico e pedagógico do conteúdo (TPCK).

Mishra e Koehler (2013) destacam que o Conhecimento Pedagógico do Conteúdo (PCK) é semelhante a concepção originalmente proposta por Shulman, na qual se reconhece a importância da integração entre o conhecimento do conteúdo específico de uma disciplina e as estratégias pedagógicas adequadas à sua transmissão. Esse tipo de conhecimento permite ao professor adaptar sua didática de forma a tornar o conteúdo mais acessível, comprehensível e significativo para os estudantes, considerando suas necessidades e contextos.

Por sua vez, o Conhecimento Tecnológico do Conteúdo (TCK) diz respeito à uma compreensão acerca das formas pelas quais a tecnologia e o conteúdo se influenciam e impõem limitações mutuamente. Essa relação não é meramente instrumental, mas envolve reconhecer as potencialidades e limitações que determinadas tecnologias impõem ao tratamento do conteúdo. Em outras palavras, o professor precisa refletir sobre como uma tecnologia específica pode alterar a forma como determinado conhecimento é representado, explorado ou compreendido pelos estudantes.

Já o Conhecimento Tecnológico Pedagógico (TPK) se refere à compreensão de como os processos de ensino e aprendizagem podem ser transformados mediante o uso de tecnologias específicas aplicadas de maneiras intencionalmente direcionadas. Esse componente do modelo TPACK pressupõe que o professor compreenda não apenas como utilizar uma tecnologia, mas como empregá-la estrategicamente para potencializar práticas pedagógicas, promover maior engajamento dos alunos e favorecer a construção ativa do conhecimento.

Existem pesquisas que exploraram o uso do TPACK na formação de professores de matemática, destacando sua importância para o desenvolvimento profissional docente. Polly (2011) concluiu que o aperfeiçoamento do TPACK ocorre quando professores participam de atividades que integram tecnologia, conteúdo matemático e práticas pedagógicas, refletindo sobre suas relações. Para ele, para que o TPACK seja efetivamente implementado em sala de aula, é necessário que a formação docente ocorra na intersecção entre os componentes do modelo TPACK e princípios de desenvolvimento profissional centrado no estudante, promovendo experiências imersivas em ambientes de aprendizagem enriquecidos com tecnologia.

Bowers e Stephens (2011) compreenderam o TPACK como o uso da tecnologia para explorar relações matemáticas, promovendo aos professores o desenvolvimento de um “habito mental tecnológico”. Essa abordagem visa utilizar ferramentas computacionais e de comunicação para apoiar os estudantes na compreensão de conceitos matemáticos e suas conexões com o mundo real. Destacam ainda a importância de ensinar matemática por meio da tecnologia, e não apenas sobre ela, valorizando a construção de conhecimentos matemáticos sólidos em um contexto de constante evolução tecnológica.

Bowers e Stephens (2011) adotam uma perspectiva de aprendizagem como um processo social mediado pela comunicação, alinhando-se às propostas de Polly (2011). Defendem que a formação docente deve envolver os professores em explorações matemáticas melhoradas pela tecnologia, com o objetivo de refletir sobre como essas ferramentas permitem descrever relações entre objetos matemáticos na tela que não poderiam ter sido desenvolvidas sem as ferramentas empregadas.

Com base no proposto por Mishra e Koehler (2006), Schulman (1986), Polly (2011) e Bowers e Stephens (2011) elaboramos uma formação de professores de matemática para a construção e exploração de tarefas com *feedbacks* automáticos no GeoGebra, cujos aspectos metodológicos serão descritos a seguir.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Foi feita uma pesquisa qualitativa, do tipo investigação-ação. Esse tipo de pesquisa, segundo Fonseca (2012, p. 18) “pode ser representada como uma metodologia de investigação que utiliza em simultâneo a Ação e a Investigação num processo cílico, onde há uma variação progressiva entre a compreensão, a mudança, a ação e a reflexão crítica da prática docente.”

A partir de nossa pergunta norteadora, foi delineado e estruturado um curso de formação voltado a professores de matemática, com foco na criação e exploração de tarefas com *feedbacks* automáticos no *software* GeoGebra. Participaram dessa formação 10 professores com experiência no ensino de matemática na educação básica. Um dos critérios de inclusão no estudo era a comunicação em língua portuguesa, dado que toda a formação foi conduzida nesse idioma. Além disso, os docentes deveriam assinar o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, respeitando os protocolos éticos exigidos em pesquisas com seres humanos. Outro requisito era que os participantes possuíssem conhecimentos prévios, ainda que básicos, sobre o uso da plataforma GeoGebra, uma vez que esta seria o principal recurso tecnológico utilizado no curso. Vale destacar que a pesquisa foi previamente aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos (CEPH) da Universidade Regional de Blumenau, tendo recebido o parecer favorável de número 6.671.274.

A formação docente proposta teve uma carga horária total de 50 horas, distribuídas em atividades síncronas e assíncronas, de modo a proporcionar maior flexibilidade e acessibilidade aos cursistas e formadores. As atividades síncronas foram realizadas por meio da plataforma *ConferênciaWeb*, que permitiu encontros com interações em tempo real. Já as atividades assíncronas foram conduzidas através do ambiente virtual de aprendizagem, *Google Classroom* e do *Whatsapp*, utilizado como canal complementar para comunicação e troca de informações entre os participantes.

O planejamento dos materiais e atividades do curso proposto teve como base a integração entre diferentes dimensões do conhecimento docente. Nesse sentido, os conteúdos foram desenvolvidos à luz do modelo TPACK, o qual propõe uma articulação entre os conhecimentos pedagógicos, tecnológicos e de conteúdo como condição essencial para uma formação e prática docente eficiente, especialmente quando mediada por tecnologias digitais.

Como instrumentos de coletas de dados foram utilizados o Diário de Campo, onde foram feitos registros das impressões importantes quanto ao envolvimento dos professores cursistas nas atividades propostas e as dúvidas que surgiram durante a aplicação do curso, bem como as gravações dos encontros síncronos. Outrossim, analisamos os dados obtidos por meio das atividades manipuladas e desenvolvidas pelos cursistas e que ficaram armazenadas na plataforma GeoGebra, na plataforma *Google Classroom* e no grupo de *Whatsapp*.

A proposta formativa tinha como produto a elaboração e experimentação, por parte de cada professor participante, de uma tarefa com *feedbacks* automáticos, desenvolvida na plataforma GeoGebra. Além da criação da tarefa em si, os professores também deveriam realizar duas entregas no *Google Classroom*: o relatório de planejamento, no qual explicitavam suas intenções didáticas e escolhas metodológicas a respeito da tarefa e dos *feedbacks* que seriam elaborados, e o relatório de análise da aplicação da tarefa, contendo suas reflexões após a realização da atividade com seus estudantes.

A partir da análise dos instrumentos mencionados, apresentamos no tópico subsequente uma discussão centrada na elaboração e experimentação de uma tarefa produzida por um dos professores concluintes do curso de formação. Essa análise tem como propósito contemplar nosso objetivo,

que é compreender, por meio desse caso específico, a manifestação de conhecimentos docentes do modelo TPACK durante o processo de elaboração e experimentação de tarefas com *feedbacks* automáticos no GeoGebra.

ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

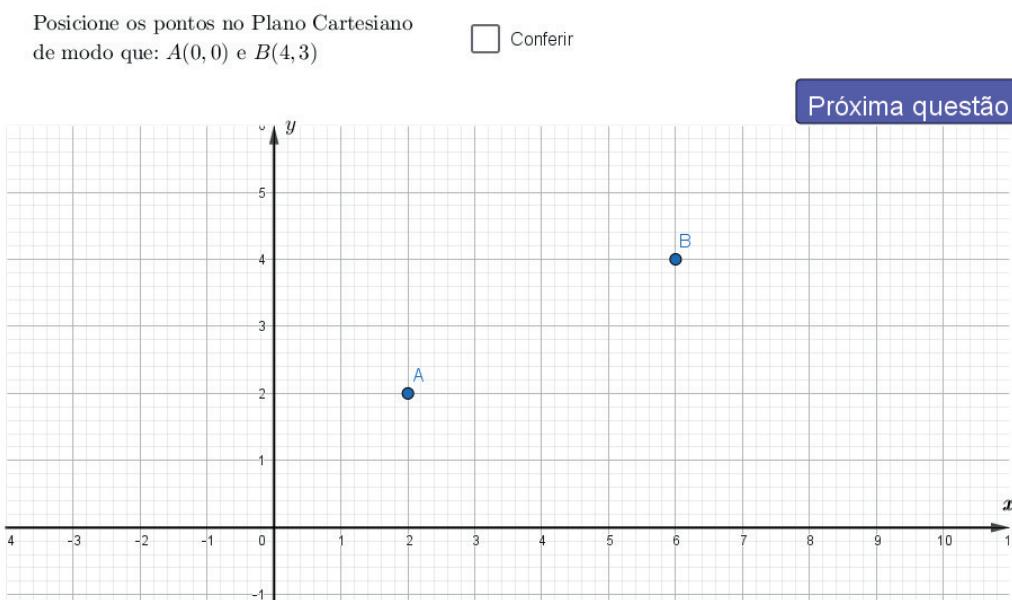
O professor cujas interações, atividades e tarefas foram analisadas e serão comentadas no presente artigo é mestre em matemática e atua profissionalmente como professor no Ensino Fundamental - Anos Finais em duas escolas pertencentes a uma rede pública municipal de ensino, no estado de Santa Catarina. Sua experiência docente é complementada por uma bagagem técnica e tecnológica relevantes. Antes de ingressar integralmente na carreira da educação, o professor teve contato com conhecimentos da área da computação, tendo cursado parte de uma graduação em Ciências da Computação. Esse percurso acadêmico, ainda que não concluído, proporcionou a ele uma base sólida em conceitos de programação e lógica computacional, úteis na elaboração de tarefas no GeoGebra.

Além disso, o docente já possuía familiaridade com o *software* GeoGebra antes de participar do curso de formação investigado nesta pesquisa, o que era um requisito para ingressar no curso. Essa familiaridade se dava no uso diário da plataforma, incluindo a produção de *applets* personalizados, desenvolvidos especificamente para aplicação em suas aulas de matemática. O ambiente escolar no qual o professor atua também se mostra bastante favorável ao uso de recursos digitais. As instituições em que leciona disponibilizam computadores individuais para os estudantes, garantindo, assim, uma infraestrutura propícia à integração de *softwares* educacionais, como o GeoGebra, às atividades de ensino e de aprendizagem. Essa realidade vai de acordo com o que Bowers e Stephens (2011) chamam de “habito mental tecnológico”, onde o professor possui contato direto com tecnologia, criando o hábito de utilizá-la em suas práticas. Como consequência, os estudantes estão familiarizados ao uso de recursos tecnológicos como ferramenta de apoio.

A tarefa elaborada por esse professor no contexto da formação analisada está disponível no *link*³ e abordou o conceito de cálculo de distância entre dois pontos utilizando o Teorema de Pitágoras, tendo como objetivo permitir que os estudantes compreendessem a aplicação do Teorema de Pitágoras ao calcular a distância entre dois pontos no plano, conforme podemos observar na Figura 3:

3 Link: geogebra.org/m/gugdkdjz

Figura 3 - Tarefa elaborada pelo professor.



Fonte: Os autores (2025).

Para o desenvolvimento do *applet* correspondente à tarefa em questão, o professor demonstrou domínio significativo dos recursos disponíveis na plataforma GeoGebra. Durante a construção da tarefa, foram utilizados diversos elementos e funcionalidades do *software*. Entre os recursos empregados, destacam-se os comandos de campo de entrada, botão, caixa de seleção para ocultar ou exibir objetos, listas, valores booleanos, elementos textuais, condições para exibição de objetos, números e elementos aleatórios. Além disso, é importante destacar que o professor evidenciou habilidade técnica ao realizar a inserção do *applet* no ambiente de atividades da própria plataforma GeoGebra. Esse procedimento, embora simples, auxilia a organização e estruturação de atividades digitais dentro da plataforma. A mobilização dessa ampla variedade de ferramentas sinaliza o domínio de diversos recursos que Mishra e Koehler (2013) denominam, Conhecimentos Tecnológicos (TK).

No relatório de planejamento da tarefa, entregue pelo professor na plataforma *Google Classroom*, há o compartilhamento de uma reflexão importante que reforça sua intencionalidade didática. Ele afirmou que “o objetivo da tarefa foi explorar um novo conteúdo (distância entre dois pontos no plano) por meio de um conteúdo já estudado pela turma (Teorema de Pitágoras)”. Tal declaração evidencia a intencionalidade pedagógica na escolha da proposta, ao articular conhecimentos prévios com novos conceitos a serem aprendidos. A partir dos pressupostos apresentados em Mishra e Koehler (2013), pudemos constatar que tais ações evidenciam o Conhecimento Pedagógico do Conteúdo (PCK). Esse conhecimento está presente na escolha e na abordagem do tema, em que o docente demonstrou compreensão tanto do conteúdo matemático quanto das estratégias didáticas adequadas para sua mediação, onde podemos observar as interações entre os conhecimentos de conteúdo e pedagógicos propostos por Mishra e Koehler (2013). Ao estabelecer conexões entre conteúdos já estudados com um novo aprendizado, o professor favoreceu o desenvolvimento contínuo do conhecimento matemático pelos estudantes.

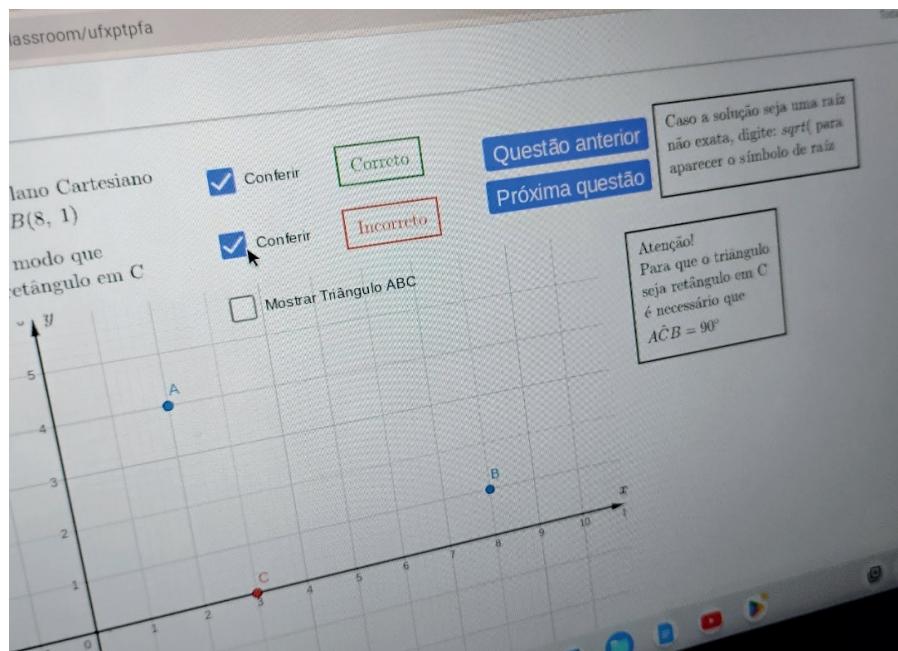
A tarefa elaborada pelo professor foi aplicada em quatro turmas de 9º ano do Ensino Fundamental, de maneira presencial e individualmente, utilizando duas aulas de quarenta e cinco minutos em cada turma. A atividade foi realizada na sala de aula, uma escolha que se deu pelo fato das escolas da rede em que o professor trabalha disponibilizarem computadores individuais. A aplicação do professor com as turmas foi favorecida pela condição da rede de ensino, que disponibiliza uma estrutura adequada para a exploração de recursos digitais como o proposto, que além de contar com computadores individuais, dispõe de lousa digital que permite que o professor manipule a tarefa no quadro como se estivesse manipulando na tela do computador.

Um aspecto que distinguiu essa tarefa das elaboradas por outros cursistas foi sua aplicação em quatro ocasiões, com turmas e instituições de ensino diferentes, no mesmo nível de ensino, na mesma rede e com mesma estrutura. Essa reaplicação da tarefa permite o aprimoramento do *applet* e integra um ciclo de investigação-ação, que, conforme Tripp (2005), permite a alternância entre a ação e a reflexão para o aperfeiçoamento contínuo da prática docente. Essa alternância permitiu ao professor, ao final de cada aplicação, refletir sobre a importância dos *feedbacks* elaborados na prática dos estudantes e a falta de possíveis *feedbacks* que seriam importantes para seu desenvolvimento. A partir dessa reflexão foi possível fazer mudanças importantes, permitindo uma ação melhorada na aplicação seguinte.

Outro aspecto que merece destaque na análise da tarefa desenvolvida é a forma como o professor estruturou os *feedbacks* automáticos oferecidos aos estudantes ao longo da tarefa, produzindo o que Shute (2008) denomina como feedback formativo, objetivando modificar o pensamento do estudante para melhorar a sua aprendizagem e auxiliar no desenvolvimento da habilidade pretendida. Enquanto em algumas tarefas os *feedbacks* são utilizados apenas como mecanismos de correção imediata ou como ferramentas de reforço motivacional, nesta proposta, o professor adotou uma abordagem significativamente mais elaborada. A grande diferença observada reside no modo como os *feedbacks* foram concebidos através dos erros prováveis ou comuns dos estudantes e pensados como instrumentos contínuos de orientação e apoio, contribuindo diretamente para o processo de aprendizagem do estudante. Essa abordagem pedagógica proporciona ao estudante a oportunidade de refletir sobre seus erros e de buscar, por conta própria, caminhos alternativos para solucioná-los, sem depender, necessariamente, de uma intervenção direta e imediata do professor.

Podemos analisar essa situação através da Figura 4, onde é possível observar que o estudante manipula o *applet* da tarefa e recebe um *feedback* relacionado a um erro, que foi elaborado com base em um erro comum. Esse tipo de *feedback* é exatamente o que é definido por Shute (2008) como *feedback* formativo. Nessa imagem o estudante também recebe um *feedback* de correto e incorreto e, ainda, um *feedback* em formato de dica, o que demonstra a pluralidade de recursos utilizados pelo professor na tarefa, e, consequentemente, seu conhecimento TPACK, pois conforme Mishra e Koehler (2013), houve a relação entre os conhecimentos tecnológico, pedagógico e de conteúdo.

Figura 4 - Exemplo de Feedbacks presentes na tarefa desenvolvida.



Fonte: Os autores (2025).

O professor relatou que os estudantes das turmas as quais aplicou sua tarefa possuíam contato frequente com recursos digitais em matemática e em outras disciplinas, pelo fato de o ambiente criado pela estrutura escolar disponível facilitar a exploração desses recursos. Em seu relato, o professor salientou ainda que costuma utilizar *applets* inseridos no ambiente de atividades do GeoGebra com esses estudantes em algumas ocasiões. Nessas ocasiões os alunos acessam as atividades com suas contas Google vinculadas ao ambiente de turma do GeoGebra, que permite geração de dados que são analisados pelo professor. Com esses fatos foi possível perceber que o uso de recursos tecnológicos é frequente tanto no cotidiano dos estudantes, quanto do professor.

O fato de os estudantes já demonstrarem familiaridade com o uso de recursos digitais, especialmente com o *software* GeoGebra, aliado ao caráter interativo e dinâmico da tarefa proposta pelo professor, evidencia que ele possui não apenas conhecimento sobre os recursos digitais disponíveis, mas também sobre como integrá-los ao processo de ensino e de aprendizagem. A tarefa proposta não se limita a ilustrar conceitos matemáticos, mas potencializa o ensino e a aprendizagem por meio da exploração ativa por parte dos estudantes. Tudo isso permite verificar o domínio de Conhecimento Tecnológico (TK) por parte do professor, de acordo com a definição proposta em Mishra e Koehler (2013).

Outrossim, foi possível observar o desenvolvimento de Conhecimento Tecnológico Pedagógico (TPK), uma vez que, conforme, esse tipo de conhecimento refere-se à compreensão de como o ensino e a aprendizagem podem ser transformados pelo uso intencional de tecnologias, no caso as tarefas com *feedbacks* automáticos no GeoGebra, de acordo com o evidenciado por Mishra e Koehler (2013). No caso analisado, o uso do GeoGebra com *feedbacks* automáticos representa uma aplicação consciente e planejada desses recursos digitais, revelando que o professor entende como

tais ferramentas podem favorecer a mediação pedagógica e o engajamento dos estudantes na construção do conhecimento matemático.

Através da análise da tarefa produzida e de sua experimentação, observado o roteiro elaborado pelo professor, foi possível observar que a tarefa possui ênfase na promoção de autonomia aos estudantes e na personalização do aprendizado por meio dos *feedbacks* automáticos elaborados com base nos erros prováveis dos estudantes. Essa autonomia vai de acordo com o que é evidenciado por Cury (2008), onde afirma que a análise dos erros dos estudantes é muito importante, pois quando esse processo metodológico é empregado, pode promover maior autonomia e motivação aos estudantes.

A efetividade dos *feedbacks* desenvolvidos foi discutida pelo professor em sua fala na análise da aplicação, em que relatou que devido a clareza e especificidade dos *feedbacks* apresentados, foi perceptível o avanço dos estudantes no conteúdo, bem como a motivação e engajamento com a atividade proposta. Ele ainda constatou que devido a essa abordagem focada na revisão das etapas, os estudantes conseguiram refletir e corrigir seus erros, sem a necessidade da intervenção dele. Essa abordagem vai de acordo com Shute (2008), que observa que diversas pesquisas demonstram que os *feedbacks* contribuem para melhoria da aprendizagem dos estudantes na medida que eles são engajados com a prática e que o *feedback* é direcionado, válido, objetivo e claro.

Na atividade do relato da aplicação da tarefa, um dos tópicos abordados são as implicações da exploração de tarefas com *feedbacks* automáticos no GeoGebra. Dessa forma, foi perguntado aos professores do curso quais as contribuições e os limites da tarefa com *feedbacks* automáticos para o ensino e a aprendizagem do objeto do conhecimento proposto por eles. O professor em questão afirmou que os *feedbacks* automáticos proporcionaram um aprendizado personalizado, ajudando os alunos a identificarem e corrigir seus erros de forma imediata. Além disso, a interface visual do GeoGebra tornou o conteúdo mais acessível e interessante. Afirmou também que acredita que a maior limitação esteja somente no fato de a tarefa requerer acesso a computadores, o que pode ser uma limitação em outros contextos, não no seu já que a escola na qual trabalha possui acesso a computadores para todos os estudantes.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados discutidos neste artigo compõem um recorte específico de uma pesquisa desenvolvida no âmbito do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais e Matemática (PP-GECIM) da Universidade Regional de Blumenau (FURB). Trata-se de uma investigação realizada, cuja proposta central consistiu em analisar os conhecimentos docentes que são evidenciados em um curso de formação de professores para a produção de tarefas com *feedbacks* automáticos no GeoGebra.

Para atingir tal objetivo, foi idealizado e implementado um curso de formação especialmente estruturado para professores de matemática da educação básica. Nesse curso, os docentes participantes tiveram a oportunidade de se envolver ativamente em processos de construção e exploração de tarefas digitais interativas, elaboradas com apoio do software GeoGebra e integrando mecanismos de *feedback* automático. Durante a formação, os professores não apenas construíram essas tarefas, mas também puderam experimentá-las em suas práticas pedagógicas, junto aos seus próprios estudantes, em ambientes reais de sala de aula.

O presente artigo centra-se na análise da tarefa produzida por um dos professores concluintes desse curso, selecionando seu caso como representativo dentre as experiências formativas observadas. Foram analisados, nesse sentido, tanto o produto desenvolvido, constituído por meio de uma

tarefa com *feedbacks* automáticos no GeoGebra, quanto os documentos entregues pelo docente, como o relatório de planejamento e o relatório de análise da aplicação.

Esses resultados, especialmente os analisados no recorte da pesquisa, evidenciam a relevância da formação docente que busca integrar os conhecimentos pedagógico, tecnológico e de conteúdo, bem como suas intersecções, conforme proposto por Mishra e Koehler (2013) para a construção e exploração de tarefas com *feedbacks* automáticos no GeoGebra.

A análise das práticas e reflexões de um dos professores participantes do curso de formação proposto no âmbito de nossa pesquisa revelou que, ao longo da formação e na elaboração de sua tarefa, ele demonstrou um processo de mobilização significativa desses saberes, não de forma isolada, mas em suas relações e intersecções, o que evidencia um avanço no desenvolvimento de seu conhecimento TPACK. Tal processo é central para a construção de práticas docentes mais alinhadas às demandas contemporâneas da educação, especialmente quando se trata do uso intencional e pedagógico de tecnologias digitais.

O percurso metodológico guiado por um ciclo de investigação-ação permitiu não apenas coletar dados sobre a prática do professor em questão, mas também proporcionou momentos cílicos de planejamento, execução, reflexão e replanejamento, que são fundamentais para o aprimoramento contínuo da prática docente. A oportunidade de a tarefa desenvolvida ter sido aplicada em diferentes turmas em contextos semelhantes favoreceu a análise aprofundada das contribuições e limites do uso de tarefas com *feedbacks* automáticos no GeoGebra no ensino e na aprendizagem dos estudantes. Também foi possível analisar o papel do professor como um mediador nesse processo.

No que se refere aos conhecimentos docentes mobilizados, foi possível perceber de maneira evidente a ativação de diferentes dimensões do TPACK. Observou-se, por exemplo, a presença marcante do Conhecimento Tecnológico (TK), expressa no domínio do professor sobre as funcionalidades do GeoGebra e na capacidade de combinar diferentes recursos da plataforma digital para construir uma atividade significativa e interativa.

Por outro lado, o Conhecimento Pedagógico do Conteúdo (PCK) também se fez fortemente presente. Isso ficou evidente, por exemplo, na escolha estratégica de um conteúdo matemático já familiar aos estudantes, o Teorema de Pitágoras, como ponto de partida para introduzir um novo conceito, o cálculo da distância entre dois pontos no plano. Essa opção revela sensibilidade didática e uma compreensão clara sobre como os estudantes aprendem, além de indicar um domínio do conteúdo, da didática e de recursos pedagógicos.

Também é possível destacar a importância do desenvolvimento da tarefa com base nas possibilidades tecnológicas e pedagógicas do ambiente digital, como o do GeoGebra. O professor, ao incorporar em seu *applet* recursos variados do *software*, combinando com a disponibilização e manuseio da tarefa no ambiente de atividades do GeoGebra refletem o uso e o desenvolvimento de Conhecimento Tecnológico.

Outro ponto relevante observado na análise da tarefa foi o cuidado do professor em prever *feedbacks* personalizados, baseados em erros comuns cometidos pelos estudantes. Ao proporcionar *feedbacks* automáticos que orientam o estudante a reconhecer e superar seus erros, o professor contribuiu significativamente para a construção de uma aprendizagem mais autônoma e reflexiva. Cabe ainda ressaltar, que além desse tipo de *feedback*, o professor implementou também *feedbacks* de certo e errado e no formato de dicas, que também possuem importância e relevância no processo de desenvolvimento de autonomia e engajamento dos estudantes nas tarefas.

Dessa forma, os dados discutidos ao longo deste artigo indicam que a formação docente, quando fundamentada em referenciais teóricos como o modelo TPACK, e conduzida por meio de metodologias que promovem a participação ativa e a reflexão contínua, como a investigação-ação, mostra-se como uma alternativa promissora para o desenvolvimento de conhecimentos docentes.

Finalmente, a análise do caso investigado evidencia que o uso intencional e bem fundamentado de recursos digitais, como as tarefas com *feedbacks* automáticos no GeoGebra, tem potencial para enriquecer significativamente o ensino da matemática. No entanto, para que esse potencial se concretize, é fundamental que o professor seja capaz de articular, de maneira integrada e consciente, seus conhecimentos tecnológicos, pedagógicos e de conteúdo, promovendo uma atuação que vá além da simples utilização de ferramentas, e que esteja comprometida com a aprendizagem significativa dos estudantes.

REFERÊNCIAS

BOWERS, J. S.; STEPHENS, B. Using technology to explore mathematical relationships: A framework for orienting mathematics courses for prospective teachers. *Journal of Mathematics Teacher Education*, [s. l.], v. 14, p. 285-304, 2011.

CARDOSO, A. C. S. **Feedback aluno-aluno em um curso de extensão universitária on-line**. 2011. 150 f. Dissertação (Mestrado em Linguística Aplicada) - Programa Interdisciplinar de Pós-Graduação em Linguística Aplicada, Faculdade de Letras, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2011.

CARDOSO, A. C. S. O feedback aluno-aluno em um ambiente virtual de aprendizagem. *Trabalhos em Linguística Aplicada*, Campinas, v. 57, n. 1, p. 383-409, 2018.

COSTA, E. *et al.* Modelos de Feedback para estudantes em Ambientes Virtuais de Aprendizagem. *Jornada de Atualização em Informática na Educação*, [s. l.], v. 5, n. 1, p. 1-38, 2016.

CURY, H. N. **Análise de erros**: o que podemos aprender com as respostas dos alunos. Belo Horizonte: Autêntica, 2008.

FERNANDEZ, C. PCK-Conhecimento Pedagógico do Conteúdo: perspectivas e possibilidades para a formação de professores. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 8., 2011, Campinas. *Anais [...]*. Campinas: ENPEC, 2011. p. 1-12.

FONSECA, K. Investigação-ação: uma metodologia para prática e reflexão docente. *Revista Onis Ciência*, [s. l.], v. 1, n. 2, p. 16-31, 2012.

GONÇALVES, L. M. S. *et al.* Metodologias ativas e tecnologias educacionais. *Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação*, São Paulo, v. 10, n. 8, p. 3951-3956, 2024.

GONTIJO, C. H. (org.). **Avaliação em Matemática**: contribuições do feedback para as aprendizagens. Brasília: Editora UnB, 2021.

KOEHLER, M. J.; MISHRA, P.; CAIN, W. What is technological pedagogical content knowledge (TPACK)? *Journal of Education*, [s. l.], v. 193, n. 3, p. 13-19, 2013.

LEMES, L. R. C. de L.; DOMINGUES, L. A. da S. Metodologias ativas e tecnologias digitais no Ensino Médio Integrado à Educação Profissional. **Cadernos de Educação Básica**, [s. l.], v. 7, n. 2, p. [inserir páginas se houver], 2021.

MISHRA, P.; KOEHLER, M. J. Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. **Teachers College Record**, [s. l.], v. 108, n. 6, p. 1017-1054, 2006.

NÓBRIGA, J. C. C.; DANTAS, S. C. Uma proposta de atividade com feedbacks automáticos no GeoGebra. **Perspectivas da Educação Matemática**, Campo Grande, v. 14, n. 34, p. 1-21, 2021.

POLLY, D.; ORRILL, C. H. Designing professional development to support teachers' TPCK in elementary school mathematics. In: NIESS, M. L.; ROSS, D. D. (org.). **Handbook of Technological Pedagogical Content Knowledge (TPCK) for Educators**. 2. ed. New York: Routledge, 2008. p. 249-272.

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

SHUTE, V. J. Focus on formative feedback. **Review of Educational Research**, [s. l.], v. 78, n. 1, p. 153-189, 2008.

TRIPP, D. Pesquisa-ação: uma introdução metodológica. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 31, n. 3, p. 443-466, set./dez. 2005.