

Integration of TPACK and SAMR Models: Theoretical-Methodological Articulations for the Use of Technologies in Mathematics Teaching

Integração dos Modelos TPACK e SAMR: Articulações Teórico- Metodológicas para o Uso de Tecnologias no Ensino de Matemática

Celina Aparecida Almeida Pereira Abar^{1*} , Marcio Vieira de Almeida¹ 

¹ Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática, São Paulo, Brasil

* **Corresponding Author:** abarcaap@gmail.com

Citation: Abar, C. A. A. P., & Almeida, M. V. D. (2025). Integration of TPACK and SAMR Models: Theoretical-Methodological Articulations for the Use of Technologies in Mathematics Teaching. *Journal of Technologies Information and Communication*, 5(1), 36292. <https://doi.org/10.55267/rtic/16668>

ARTICLE INFO

Received: 22 May 2025
Accepted: 27 Jul 2025

ABSTRACT

This article analyzes the integration of the TPACK (Technological, Pedagogical, and Content Knowledge) and SAMR (Substitution, Augmentation, Modification, and Redefinition) models as a theoretical-methodological framework to guide and evaluate pedagogical practices mediated by digital technologies in Mathematics Education. The articulation between these models allows for an understanding not only of the knowledge necessary for teaching in technological environments but also of the different levels of complexity and innovation that the use of technologies can achieve in teaching proposals. By considering practical application examples, especially with the use of software like GeoGebra, it becomes evident how teachers can transition from initial levels of resource substitution to transformative and innovative pedagogical experiences. Furthermore, the fundamental role of teacher training in promoting intentional and reflective practices that critically leverage the potential of digital technologies is highlighted potential of Digital Information and Communication Technologies (DICT). It is concluded that the integration of the TPACK and SAMR models expands the possibilities for planning, implementing, and evaluating more meaningful pedagogical practices, contributing to the development of teaching competencies aligned with the contemporary demands of Mathematical Education, fostering more creative, collaborative, and technologically mediated learning environments.

Keywords: Mathematical Education, TPACK, SAMR, Digital Technologies, Teacher Training.

Resumo: Este artigo analisa a integração dos modelos TPACK (Conhecimento Tecnológico, Pedagógico e do Conteúdo) e SAMR (Substituição, Ampliação, Modificação e Redefinição) como referencial teórico-metodológico para orientar e avaliar práticas pedagógicas mediadas por tecnologias digitais na Educação Matemática. A articulação entre esses modelos possibilita compreender não apenas os saberes necessários à docência em ambientes tecnológicos, mas também os diferentes níveis de complexidade e inovação que o uso das tecnologias pode alcançar nas propostas de ensino. Ao considerar exemplos práticos de aplicação, especialmente com o uso de softwares como o GeoGebra, evidencia-se como os professores podem transitar dos níveis iniciais de substituição de recursos até alcançar experiências pedagógicas transformadoras e inovadoras. Além disso, destaca-se o papel fundamental da formação docente na promoção de práticas intencionais e reflexivas que

aproveitem criticamente o potencial das Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC). Conclui-se que a integração dos modelos TPACK e SAMR amplia as possibilidades de planejamento, implementação e avaliação de práticas pedagógicas mais significativas, contribuindo para o desenvolvimento de competências docentes alinhadas às demandas contemporâneas da Educação Matemática, favorecendo ambientes de aprendizagem mais criativos, colaborativos e tecnologicamente mediados.

Palavras-chave: Educação Matemática, TPACK, SAMR, Tecnologias Digitais, Formação de Professores.

INTRODUÇÃO

A crescente inserção de tecnologias digitais no ensino de Matemática requer modelos teórico-metodológicos que orientem tanto a formação docente quanto a análise da prática pedagógica. Neste artigo, discutimos duas dessas propostas: o modelo TPACK, voltado para os saberes docentes, e o modelo SAMR, que descreve níveis de integração tecnológica.

A articulação entre TPACK¹ e SAMR² emerge como uma proposta capaz de estruturar o conhecimento docente e avaliar o grau de inovação promovido pelas tecnologias no processo de ensino e aprendizagem.

Considerando uma abordagem teórica-analítica, são apresentados exemplos concretos do uso do GeoGebra, para ressaltar como os dois modelos podem se complementar em propostas de formação docente e no planejamento didático.

O MODELO TPACK

Desenvolvido por Mishra e Koehler (2006), o modelo TPACK estrutura os conhecimentos que os professores devem articular para integrar tecnologicamente o ensino: conhecimento do conteúdo (CK), conhecimento pedagógico (PK), e conhecimento tecnológico (TK). A intersecção entre esses três domínios origina saberes integrados como o TPK, TCK e, especialmente, o TPACK. A proposta foi posteriormente ampliada com o conceito de XK (Conhecimento Contextual), considerando aspectos éticos, culturais e sociais (Mishra et al, 2023)

Os estudos conduzidos por Mishra e Koehler (2006) partiram do conceito de conhecimento profissional docente proposto por Shulman (1986; 2014). Ao integrar o conhecimento tecnológico com o conhecimento pedagógico do conteúdo, formularam o modelo TPACK (Conhecimento Tecnológico e Pedagógico do Conteúdo). Esses autores estabeleceram fundamentos teóricos considerando que a integração tecnológica no ensino requer que os professores desenvolvam uma compreensão da interação entre os conhecimentos da tecnologia, do conteúdo e da pedagogia. Assim, a constituição dessa base de conhecimento viabiliza a promoção de metodologias variadas, estratégias e representações de conteúdo de maneira adequada, possibilitando formas diversificadas de ensino e de aprendizagem.

Nakashima e Piconez (2016) ressaltam que o modelo TPACK exprime uma conexão de conhecimentos que se distingue do saber dos especialistas em tecnologia e dos profissionais da educação voltados para a didática geral.

O MODELO SAMR

O modelo SAMR, criado por Puentedura (2006), descreve uma escala de quatro níveis para classificar o tipo de uso pedagógico de tecnologias:

1. Substituição: substitui o recurso tradicional sem alteração funcional;
2. Ampliação: substitui com melhorias funcionais;

¹ Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK).

² Substitution, Augmentation, Modification, Redefinition (SAMR).

3. Modificação: transforma significativamente a tarefa;
4. Redefinição: permite criação de tarefas antes inconcebíveis.

Nessa escala, enquanto os níveis 1 e 2 se referem a um aperfeiçoamento de uma atividade, nos níveis 3 e 4 a ação realizada se refere a uma transformação da atividade e desse modo o professor poderá avaliar a profundidade da integração tecnológica na sua prática.

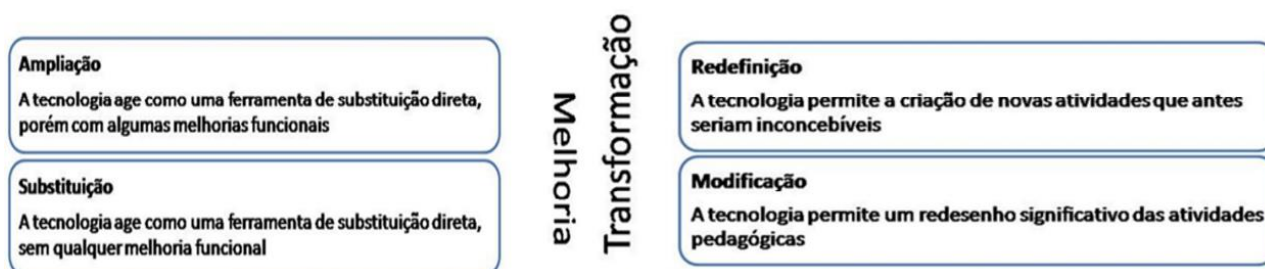


Figura 1. Modelo SAMR (Adaptado de Puentedura, 2008)

ARTICULAÇÕES ENTRE TPACK E SAMR

Ao articular os modelos TPACK e o SAMR alguns aspectos podem ser considerados inicialmente como, definir os objetivos de aprendizagem, pois no contexto do TPACK é importante identificar as necessidades de conhecimento do professor e as tecnologias que melhor se adequam à sua prática pedagógica.

Em seus estudos Alivi (2019) pesquisando sobre a integração dos modelos TPACK e SAMR com professores de línguas, sugere que se integrem as TDIC na em diferentes situações para melhorar os níveis de tarefas sobre o modelo SAMR. O autor indica que alguns processos graduais são necessários ao apresentar aos alunos algumas tecnologias, começando a utilizá-las como um dispositivo de substituição e avançando para tarefas de ampliação. Quando os alunos estiverem se familiarizando com o uso das TIC, os professores poderão incorporá-las em tarefas de nível superior, permitindo que os alunos sejam criativos e tenham melhores práticas na aprendizagem de idiomas utilizando a tecnologia.

Para esse estudo considera-se o GeoGebra como tecnologia na integração do TPACK e SAMR, (Bautista *et al.*, 2025) pois sua utilização pode exemplificar em como a tecnologia pode ser usada em cada etapa da atividade, desde a substituição até a redefinição sem deixar de considerar o contexto da aprendizagem, as necessidades dos alunos na utilização do GeoGebra e os respectivos níveis na integração SAMR. É importante avaliar a eficácia da integração tecnológica, considerando os objetivos de aprendizagem e o impacto na aprendizagem dos alunos.

Enquanto TPACK orienta sobre os conhecimentos e as competências necessárias para que os professores usem a tecnologia de forma eficaz, o SAMR oferece uma estrutura para planejar a progressão na utilização da tecnologia. Ao utilizar ambos os modelos, os professores podem promover a inovação e a redefinição das práticas pedagógicas, levando a uma aprendizagem mais significativa e engajadora.

Desse modo os dois modelos não se sobrepõem, mas se complementam:

- O TPACK orienta a formação e planejamento docente;
- O SAMR auxilia na análise do impacto da tecnologia, no caso o GeoGebra, na prática pedagógica.

A progressão nos níveis do SAMR requer um desenvolvimento consistente dos saberes TPACK. Professores e alunos com TCK e TPK desenvolvidos têm mais condição de criar propostas nos níveis de Modificação e Redefinição.

APLICAÇÃO DO GEOGEBRA NOS NÍVEIS DO MODELO SAMR E OS RESPECTIVOS CONHECIMENTOS ARTICULADOS

A integração tecnológica bem-sucedida não depende apenas das ferramentas, mas da capacidade dos educadores de adaptá-las para fins formativos e disciplinares. Professores que desenvolveram tarefas baseadas

no modelo SMAR com o GeoGebra estão em uma posição única para avaliar tais possibilidades e seus *insights* serão essenciais para embasar futuras pesquisas, treinamentos e decisões políticas.

No quadro a seguir são sugeridas algumas tarefas em cada nível do modelo SAMR e os respectivos conhecimentos do modelo TPACK que poderão ser articulados.

Nível SAMR	Exemplo de Uso no GeoGebra	Saberes TPACK Articulados
Substituição	Plotar uma fórmula de função no gráfico	CK + TK
Ampliação	Usar controles deslizantes para modificar parâmetros	TCK
Modificação	Criar simulação interativa de múltiplas representações	TCK + TPK
Redefinição	Alunos criam suas próprias tarefas investigativas com <i>feedback</i> automático	TPACK + XK

O nível de Substituição caracteriza-se pela utilização da tecnologia como uma alternativa direta a uma ferramenta tradicional, sem promover mudanças significativas na estrutura ou nos objetivos da atividade pedagógica. Nesse estágio, a tecnologia exerce apenas o papel de substituto funcional, proporcionando, no máximo, ganhos em agilidade ou praticidade, mas sem modificar a natureza cognitiva da tarefa.

Um exemplo poderia ser a expressão de uma função digitada no campo de Entrada do GeoGebra. No contexto do ensino de geometria, o uso do software GeoGebra pode ilustrar claramente esse nível do modelo. Por exemplo, ao invés de recorrer a instrumentos tradicionais como régua, compasso e lápis para construir figuras geométricas — triângulos, quadriláteros, circunferências, entre outros — o professor pode propor aos alunos a realização dessas mesmas construções utilizando o GeoGebra. Ainda que o meio de execução tenha sido digitalizado, a essência da atividade permanece inalterada: trata-se da reprodução de construções geométricas já consolidadas, com o objetivo de reforçar conceitos espaciais básicos evidenciando assim os conhecimentos de conteúdo (CK) e tecnológico (TK) por parte do professor como pode ser observado na [Figura 2](#).

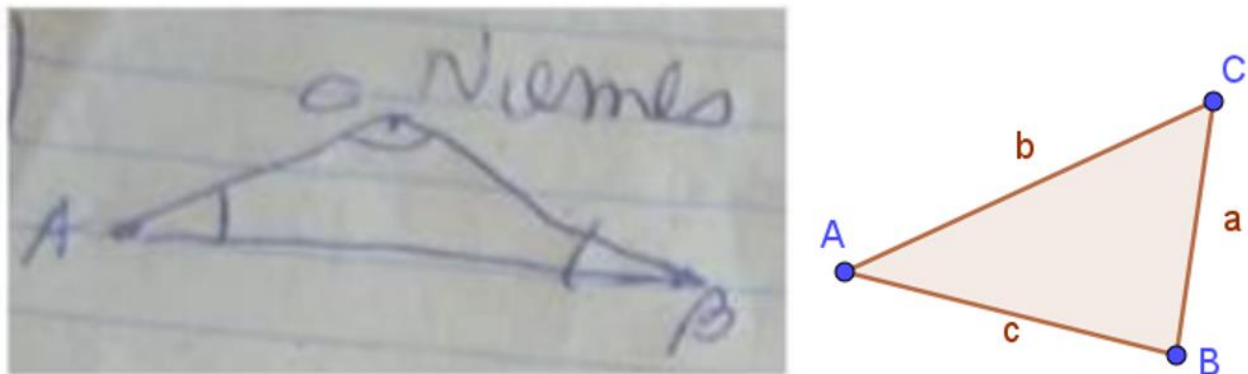


Figura 2. Comparação entre figura feita à mão e no GeoGebra adaptado de Dias (2024).

Ao aplicar a tecnologia digital no nível de Substituição do modelo SAMR, o professor mantém a proposta didática — construir figuras geométricas — mas substitui os instrumentos físicos pelo GeoGebra, um ambiente computacional interativo. A tecnologia, nesse caso, atua como facilitadora do processo mecânico, proporcionando maior precisão e economia de tempo, sem, contudo, alterar o propósito conceitual da atividade.

No nível de Ampliação, a tecnologia não apenas substitui uma ferramenta tradicional, mas adiciona funcionalidades que ampliam a eficiência e a interatividade da tarefa pedagógica, proporcionando ganhos pedagógicos relevantes, mesmo sem alterar substancialmente o objetivo central da atividade revelando por parte do professor o TCK.

No contexto do ensino de geometria com o GeoGebra, o nível de Ampliação pode ser observado quando o professor incorpora ferramentas digitais que permitem a exploração dinâmica e a manipulação das construções geométricas. Por exemplo, ao construir um triângulo, os alunos não apenas desenharam a figura, mas também utilizam recursos interativos, como pontos móveis, medidas automáticas de ângulos e lados, e comandos para cálculo de área e perímetro. A possibilidade de visualizar em tempo real as alterações nas medidas conforme os

vértices são movidos amplia a compreensão dos conceitos envolvidos e oferece oportunidades para experimentação ativa e descoberta de regularidades geométricas.

Dando continuidade ao exemplo anterior, o professor pode propor aos alunos a construção de triângulos no GeoGebra e incentivá-los a explorar as propriedades da figura construída ao mover os vértices para observar como o perímetro ou como os ângulos internos variam; utilizar outros comandos para verificar se a soma dos ângulos internos se mantém constante; comparar diferentes tipos de triângulo (isósceles, equilátero, escaleno) com o auxílio de ferramentas automáticas de medição como pode ser observado na [Figura 3](#) e [Figura 4](#).

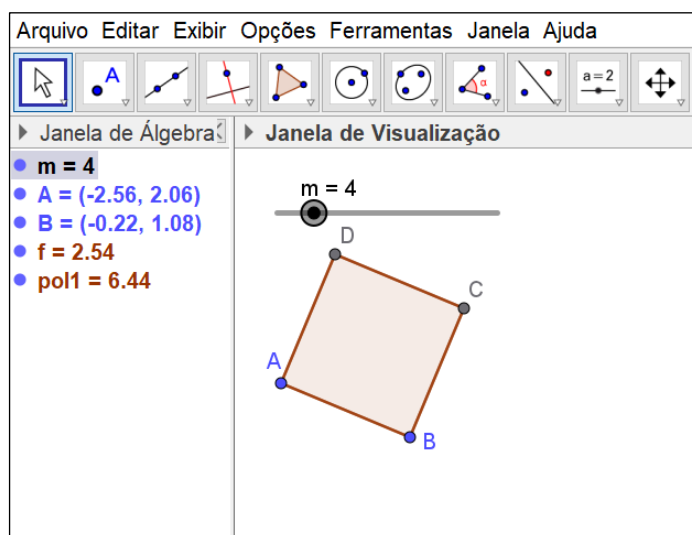


Figura 3. Construção de um polígono utilizando controle deslizante.

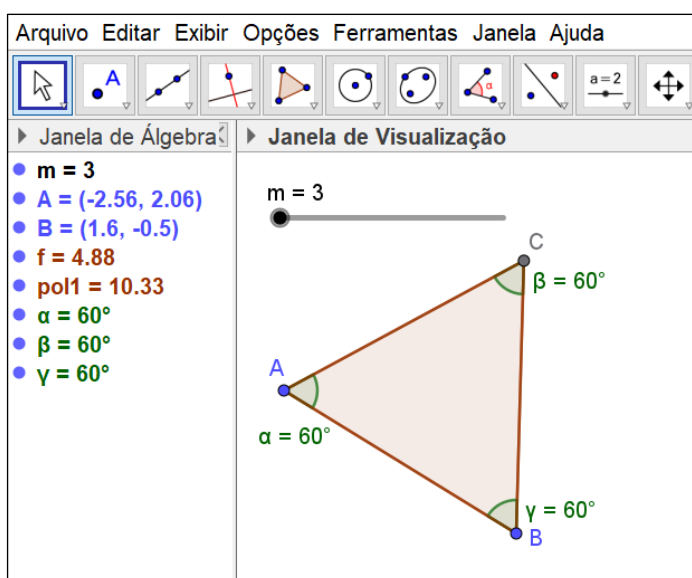


Figura 4. Soma dos ângulos internos de um triângulo utilizando controle deslizante.

Assim, neste nível, a tecnologia amplia a atividade original ao permitir interações que não seriam possíveis — ou seriam limitadas — com ferramentas tradicionais. Ainda que o objetivo geral da atividade (compreender as propriedades de figuras geométricas) permaneça, os meios digitais potencializam o raciocínio exploratório e oferecem feedback imediato, o que favorece o desenvolvimento de uma postura investigativa por parte dos alunos.

No nível de Modificação, [Figura 5](#), o autor Chelsey Oliver, representa o SAMR utilizando sistemas de equações no GeoGebra. Este pode ser um exemplo de modificação significativo de tarefas, ao oferecer aos alunos a oportunidade de explorar instantaneamente o efeito que a mudança das inclinações das retas tem na solução de sistemas.

A proposta revela a necessidade de conhecimentos tecnológicos e de conteúdo do autor ao disponibilizar essa proposta, ou seja, TCK e TPK relacionado ao nível de modificação do modelo SAMR.

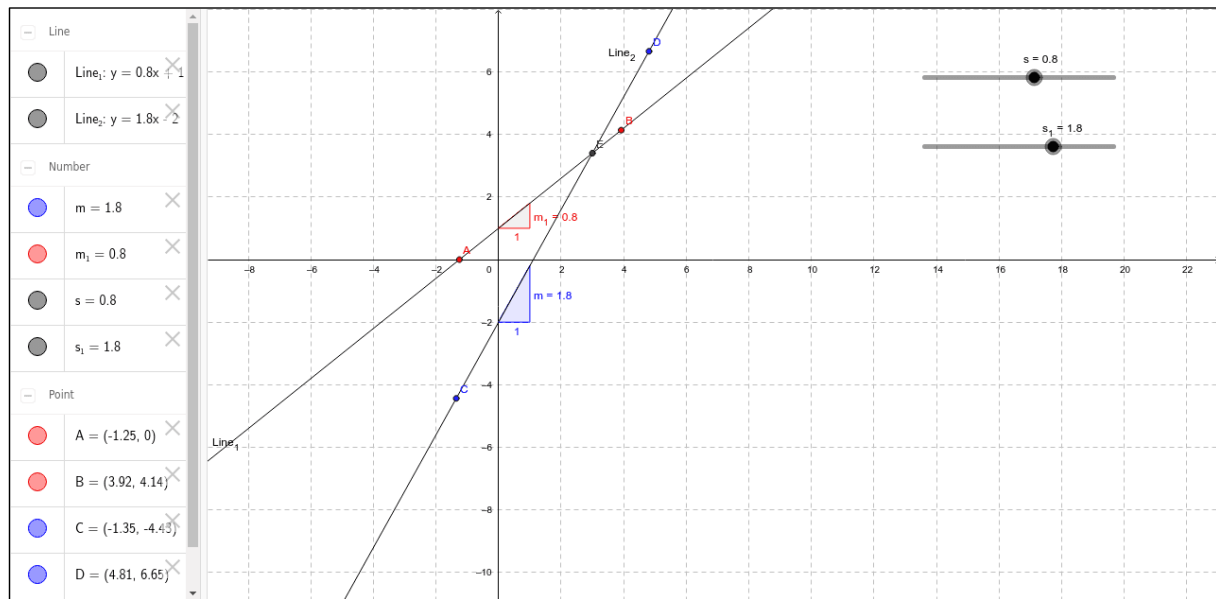


Figura 5. Chelsey Oliver disponível em <https://www.geogebra.org/m/nBffPyfC>.

O nível mais alto do modelo SAMR é a redefinição, onde a tecnologia permite a criação de experiências de aprendizagem. Nesta fase, a tecnologia transforma completamente a tarefa e abre novas possibilidades de aprendizagem. Por exemplo, em vez de escrever um artigo de pesquisa tradicional, os alunos podem criar uma apresentação multimídia, incorporando áudio, vídeo e elementos interativos para transmitir suas ideias de uma forma mais envolvente e criativa.

No GeoGebra tarefas com *feedback* automático desafiam professor e estudante em seu desenvolvimento e utilização. No exemplo da Figura 6 o aluno deve associar o registro gráfico com o registro algébrico. Considerando um ponto A marcado no plano cartesiano o aluno deverá identificar suas coordenadas e escrevê-las nas caixas de entrada correspondentes à abscissa e à ordenada. A cada acerto, ele deverá clicar no botão "Novo ponto", que mostrará automaticamente um novo ponto em uma posição diferente no plano cartesiano. Deve-se tentar até atingir 10 acertos estabelecido pelo professor.

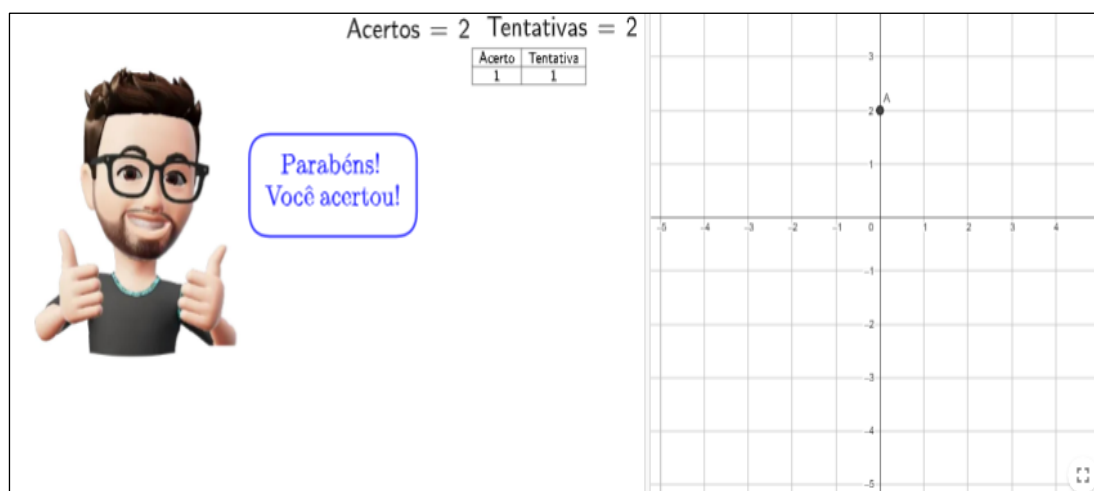


Figura 6. Página inicial da atividade adaptada de Abar e Silva (2024).

Nesta proposta houve a necessidade de utilizar janelas específicas do GeoGebra nas quais são inseridas condições para que determinados elementos sejam visíveis na interação evidenciando os conhecimentos do modelo TPACK relacionado com o nível de Redefinição do SAMR.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A integração dos modelos TPACK e SAMR oferece uma estrutura analítica robusta e complementar para compreender, planejar e implementar o uso de tecnologias digitais na Educação Matemática. Enquanto o TPACK define os saberes docentes requeridos — articulando conhecimentos de conteúdo, pedagógicos e tecnológicos — o modelo SAMR possibilita avaliar o nível de inovação e transformação das práticas pedagógicas por meio da tecnologia. Esta articulação não apenas potencializa a formação inicial e continuada de professores, mas também favorece o planejamento de atividades interdisciplinares e a formulação de políticas educacionais orientadas à integração tecnológica qualificada na educação básica.

As metáforas que ilustram o modelo SAMR, como aquela proposta por Duckworth (2015), permitem compreender de forma didática e inspiradora o possível desenvolvimento dos professores no uso das Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC). Assim como um mergulhador que inicia sua jornada explorando a superfície e, progressivamente, adentra águas mais profundas, o professor percorre diferentes níveis de integração da tecnologia, partindo da simples substituição de recursos analógicos até alcançar a redefinição, quando novas práticas pedagógicas, antes inimagináveis, se tornam possíveis e desejáveis.

Nesse sentido, Duckworth (2015) criou um *sketchnote* para ilustrar o modelo SAMR na integração da tecnologia por professores, conforme ilustrado na [Figura 7](#).

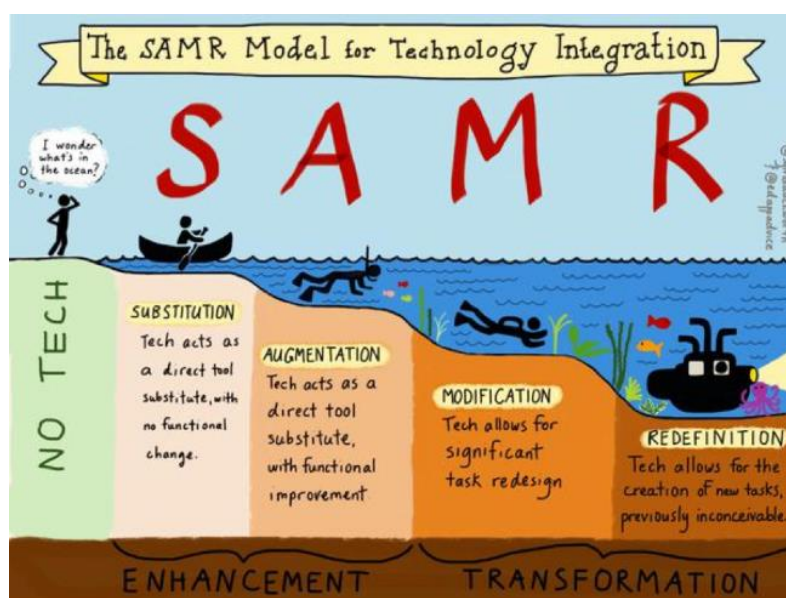


Figura 7. O modelo SAMR para a integração da tecnologia retirado de Duckworth (2015).

Conforme bem descrito por Rabello (2015), este processo implica em um movimento de descoberta, segurança progressiva e abertura a novas possibilidades educacionais, promovidas pela mediação tecnológica. Tal progressão só é viável mediante o desenvolvimento consistente dos saberes que compõem o TPACK, possibilitando ao professor reconhecer as potencialidades e limitações das ferramentas digitais, como o GeoGebra, e, assim, aplicá-las de maneira intencional e reflexiva em suas práticas pedagógicas.

Portanto, reforça-se que a articulação entre TPACK e SAMR não se trata de sobreposição, mas de uma relação de complementaridade essencial. O TPACK orienta a formação e o planejamento docente, enquanto o SAMR fornece critérios para avaliar o impacto da integração tecnológica nas práticas pedagógicas e na aprendizagem dos estudantes. Tal articulação favorece a inovação educacional, contribuindo para o desenvolvimento de propostas pedagógicas mais significativas, criativas e alinhadas às demandas contemporâneas.

Além disso, destaca-se que, no contexto atual, caracterizado pela presença de tecnologias emergentes, como a Inteligência Artificial, a integração entre modelos como TPACK e SAMR torna-se ainda mais necessária para formar professores capazes de lidar com ambientes educativos cada vez mais complexos, dinâmicos e tecnologicamente mediados. Assim, o fortalecimento dessas articulações configura-se como um caminho promissor para promover práticas pedagógicas inovadoras, colaborativas e centradas na aprendizagem ativa, tornando a Educação Matemática mais contextualizada, relevante e transformadora.

REFERÊNCIAS

- Abar, C. A. A. P., & Silva, T. N. (2024). Teaching affine functions: Evaluating the use of games with automatic feedback in GeoGebra. In *Education and New Developments*, Volume II (pp. 502–505). Lisbon: inScience Press. <https://doi.org/10.36315/2024v2end111>
- Alivi, J. S. (2019). A Review of TPACK and SAMR models: how should language teachers adopt technology? *Journal of English for Academic and Specific Purposes*, 2 (2). <https://doi.org/10.18860/jeasp.v2i2.7944>
- Bautista, G. J., Canonigo, A., Lavicza, Z., Houghton, T. Prodromou, T. (2025). SAMR Model as Lens to Determine the Teachers' Type of Use of GeoGebra. *Clepsidra. Revista de investigación y experiencias didácticas en educación matemática*, 1(1), 1-19.
- Dias, A. O. (2024). *Formação continuada em tempos de pandemia: elaboração de recursos utilizando o software GeoGebra para a construção documental do professor*. [Tese Doutorado, Pontifícia Universidade de São Paulo, São Paulo]. Repositorio PUC-SP.
- Duckworth, S. (2025). The SAMR model for technology integration. <https://www.flickr.com/photos/15664662@N02/16392035514/in/photostream>
- Koehler, M. J., & Mishra, P. (2008). *Introducing Technological Pedagogical Content Knowledge*. In AACTE Committee on Innovation and Technology (Eds.), *Handbook of Technological Pedagogical Content Knowledge (TPCK) for Educators* (pp. 3-29). New York: Routledge.
- Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017–1054. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9620.2006.00684.x>
- Mishra, P., Warr, M., & Islam, R. (2023). TPACK in the age of ChatGPT and Generative AI. *Journal of Digital Learning in Teacher Education*, 39(4), 235–251. <https://doi.org/10.1080/21532974.2023.2247480>
- Nakashima, R. H. R. & Piconez, S. C. B. (2016). Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK): modelo explicativo da ação docente. *Revista Eletrônica de Educação*, [S. l.], 10(3), 231-250. <https://www.reveduc.ufscar.br/index.php/reveduc/article/view/1605/524>
- Puentedura, R. (2008). TPCK and SAMR – Models for enhancing technology integration. In: Maine Learning Technology Initiative, Maine. Palestra.
- Puentedura R. *Transformation, technology, and education*. 2006 [Blog post], <http://hippasus.com/resources/tte/>
- Rabello, C. R. L. (2015). *Tecnologias digitais e ensino superior: uma experiência de desenvolvimento profissional docente na UFRJ*. [Tese de Doutorado, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro].