

# Práticas Pedagógicas na Educação Matemática: Metodologias Ativas e Tecnologias Digitais no Ensino de Geometria Espacial

## Pedagogical Practices in Mathematics Education: Active Methodologies and Digital Technologies in Teaching Spatial Geometry

Carla de Araújo<sup>1</sup>

Tiago Emanuel Domingos de Moura<sup>2</sup>

José Joelson Pimentel de Almeida<sup>3</sup>

**Resumo:** Neste estudo, integramos Metodologias Ativas e Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação na Educação Matemática, com ênfase em Geometria Espacial, conforme o modelo teórico da Aprendizagem Tecnológica Ativa (Leite, 2018). Sob cunho qualitativo, objetivamos investigar as potencialidades da Metodologia da Sala de Aula Invertida e o uso do software Poly no ensino de Matemática, com o professor, também, assumindo papel de pesquisador. Os resultados evidenciam que essa integração promoveu significativo engajamento e fortalecimento da confiança acadêmica entre os alunos, facilitando a busca de uma compreensão aprofundada de conceitos como, poliedros convexos, planificação e o Teorema de Euler. Em decorrência disto, ressaltamos o potencial transformador dessas abordagens para otimizar a experiência de aprendizagem, conferindo-lhe maior dinamismo e efetividade.

**Palavras-chave:** Educação Matemática. Metodologias Ativas. Tecnologias Digitais. Geometria Espacial. Aprendizagem Tecnológica Ativa.

**Abstract:** In this study, we integrated Active Methodologies and Digital Information and Communication Technologies in Mathematics Education, with an emphasis on Spatial Geometry, according to the theoretical model of Active Technological Learning (Leite, 2018). Under a qualitative nature, we aimed to investigate the potential of the Flipped Classroom Methodology and the use of Poly software in teaching Mathematics, with the teacher also assuming the role of researcher. The results show that this integration promoted significant engagement and strengthened academic confidence among students, facilitating the search for an in-depth understanding of concepts such as convex polyhedra, planning and Euler's Theorem. As a result, we highlight the transformative potential of these approaches to optimize the learning experience, giving it greater dynamism and effectiveness.

**Keywords:** Mathematics Education. Active Methodologies. Digital Technologies. Spatial Geometry. Active Technological Learning.

## INTRODUÇÃO

A Educação é um campo dinâmico e em constante evolução, buscando enfrentar os desafios contínuos para aprimorar suas abordagens pedagógicas e curriculares, com o objetivo de atender às demandas complexas da sociedade e promover uma aprendizagem efetiva dos conteúdos. Corroborando com essa visão, D' Ambrosio (2005, p.37) em seus escritos define a Educação “como o conjunto de estratégias desenvolvidas pela sociedade para (i) possibilitar a

<sup>1</sup> Universidade Estadual da Paraíba • Campina Grande - PB - Brasil • ✉ [carla.araujo2@aluno.uepb.edu.br](mailto:carla.araujo2@aluno.uepb.edu.br) • ORCID <https://orcid.org/0009-0003-7237-2081>

<sup>2</sup> Universidade Estadual da Paraíba • Campina Grande - PB - Brasil • ✉ [tiago.emmanuel.domingos.moura@aluno.uepb.edu.br](mailto:tiago.emmanuel.domingos.moura@aluno.uepb.edu.br) • ORCID <https://orcid.org/0009-0001-3729-6066>

<sup>3</sup> Universidade Estadual da Paraíba • Campina Grande - PB - Brasil • ✉ [jjmat@servidor.uepb.edu.br](mailto:jjmat@servidor.uepb.edu.br) • ORCID <https://orcid.org/0000-0001-8210-584X>

cada indivíduo atingir seu potencial criativo; (ii) estimular e facilitar a ação comum, com a finalidade de viver em sociedade”.

O autor, nesta mesma dimensão, nos faz refletir acerca do modelo de Educação que tem como primazia do currículo componentes objetivos, conteúdos e métodos, modelo tal qual, se assemelha a um treinamento para executar tarefas específicas, deixando de lado o componente crítico de um modelo educacional que conduza o alunado a cidadania plena, assim conceituando Educação “como uma estratégia da sociedade para facilitar que cada indivíduo atinja o seu potencial e para estimular cada indivíduo a colaborar com outros em ações comuns na busca do bem comum” (D’Ambrosio, 2009, p.68).

Diante dessas transformações, emerge um desafio relevante para professores, alunos, instituições de ensino e empresas se adaptarem à complexidade das mudanças em curso. Nas escolas e universidades brasileiras, observa-se uma clara transição do papel do professor como mero *transmissor do saber* para um facilitador e mediador ativo do conhecimento. Ao mesmo tempo, os alunos não são mais vistos apenas como receptores passivos de informações, mas como colaboradores ativos e participantes na construção coletiva do conhecimento. Contudo, a persistência de práticas consideradas obsoletas tem sido identificada como um entrave que mantém o ensino centrado no professor, distanciando os alunos da compreensão sobre conceitos e procedimentos que lhes são propostos. Teóricos como Dewey (1950), Novack (1999) e Freire (2023) há décadas enfatizam a necessidade de superar métodos tradicionais de ensino em prol de estratégias que fomentem uma aprendizagem significativa e crítica.

Recentemente, tem havido um crescente interesse e adoção das Metodologias Ativas e das Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC) no campo educacional. Estas abordagens são reconhecidas por sua capacidade de transformar práticas pedagógicas, oferecendo uma educação mais participativa e centrada no aluno, alinhada com as demandas contemporâneas e preparando-os para os desafios do século XXI.

No Ensino da Matemática, as tecnologias digitais possibilitam novos construtos para os processos de ensino e de aprendizagem, pois auxiliam na passagem de modelo de reprodução da informação para um modelo de produção, fundamentado na construção colaborativa de conhecimentos, refletido nos contextos culturais e sociais, na diversidade dos alunos, em suas experimentações e interesses, podendo constituir-se como uma verdadeira comunidade de aprendizagem (Mendes, Castillo, 2023). Esses recursos proporcionam uma variedade de formas de representação, permitindo que os conceitos matemáticos sejam explorados de maneira visual, interativa e dinâmica. Por meio de vídeos, simulações, animações, jogos educativos e outras ferramentas digitais, os estudantes podem aprofundar seu envolvimento com o conteúdo, promovendo oportunidades efetivas para a aprendizagem.

As Metodologias Ativas no ensino de Matemática representam uma transformação substancial no paradigma educacional, centrando-se no envolvimento ativo dos alunos nos processos de aprendizagem. Em vez de o professor ser o principal transmissor de conhecimento, os alunos constroem ativamente seu próprio conhecimento através de atividades práticas, colaborativas e contextualizadas. Essa abordagem desenvolve habilidades de pensamento crítico, resolução de problemas e trabalho em equipe, preparando os alunos para os desafios do mundo real. Beck (2018) destaca que uma metodologia ativa se baseia na personalização da aprendizagem, na abordagem de problemas reais e na realização de atividades enriquecedoras. O professor, como mediador, facilita experiências diversas e estimula a colaboração.

Leite (2018, p.588), afirma que "a partir do uso das TDIC com as Metodologias Ativas tem se observado um crescimento de novas práticas em sala de aula, facilitando os processos de ensino e de aprendizagem, conduzindo à Aprendizagem Tecnológica Ativa (ATA)". A

Aprendizagem Tecnológica Ativa, segundo o autor, é um modelo que explica como as tecnologias digitais são integradas às Metodologias Ativas nos processos de ensino e de aprendizagem, com o objetivo de melhorar o desempenho do aluno, este que assume o protagonismo do próprio aprendiz, caracterizado por autonomia e comprometimento.

Neste estudo, adotamos a distinção proposta por Bittar (2010) entre os conceitos de inserção e integração das tecnologias digitais na Educação. Conforme argumenta o autor, a inserção se dá quando a tecnologia digital é integrada ao ambiente educacional de maneira que não afeta de forma relevante o processo de aprendizagem, sendo percebida como um elemento externo à dinâmica pedagógica. Por outro lado, “integrar uma nova ferramenta, como a tecnologia digital em sala de aula, implica em mudanças pedagógicas substanciais e requer uma reflexão crítica por parte dos professores sobre suas práticas de ensino” (Bittar, 2010, p. 220).

No entanto, apesar dos benefícios evidentes, pesquisas têm destacado a dificuldade que os professores ainda enfrentam ao tentar integrar essas ferramentas em suas práticas pedagógicas (Borba e Penteado, 2001; Prado, 2005; Bittar, 2010; Almeida e Valente, 2011). A transição de métodos tradicionais para metodologias ativas apoiadas por TDIC não só requer uma mudança de mentalidade, mas também um investimento substancial em formação continuada e suporte técnico. Iniciativas como a Política Nacional de Educação Digital (PNED) no Brasil refletem esforços para promover a inclusão digital e superar disparidades regionais no acesso à tecnologia nas escolas (Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico, 2023).

Este artigo apresenta os resultados de um estudo qualitativo que investigou as potencialidades da Metodologia da Sala de aula Invertida e do uso do software *Poly* no ensino de Matemática, com ênfase em Geometria Espacial, incluindo estudos de poliedros convexos, planificação e a aplicação do Teorema de Euler. A pesquisa foi realizada com três turmas do terceiro ano do Ensino Médio na escola estadual Padre Emídio Viana Correia, localizada em Campina Grande - PB. Durante a investigação foram seguidas as diretrizes do modelo de Aprendizagem Tecnológica Ativa proposto por Leite (2018), com foco na criação de materiais tecnológicos digitais acessíveis aos alunos e no planejamento de atividades presenciais que complementaram e contextualizaram o conteúdo estudado previamente.

## 1 UMA PERSPECTIVA ATIVA E TECNOLÓGICA NO ENSINO DE MATEMÁTICA

Os tempos pós-pandêmicos revelaram uma rápida adaptação e integração das tecnologias no ambiente educacional. Durante a pandemia de COVID-19, que se estendeu de 2019 a 2022, os alunos experimentaram uma transformação significativa ao utilizar smartphones e outros dispositivos para acessar aulas online, realizar e submeter tarefas, e baixar materiais educativos. Essa imersão tecnológica não apenas facilitou a continuidade do aprendizado em tempos de isolamento social, mas também revolucionou a forma como o conhecimento é adquirido e compartilhado, tornando-se uma parte essencial do processo educacional contemporâneo. Borba, Scucuglia e Gadanidis (2020) destacam o "cenário exploratório e fértil" do "pensar-com-tecnologia", acelerado pela necessidade imposta pela pandemia.

Além disso, a adaptação ao uso intensivo das tecnologias no ensino evidencia diversas possibilidades pedagógicas e metodológicas, assim como criações para o enfrentamento da realidade. Ferramentas digitais, como plataformas de ensino à distância, aplicativos educacionais e softwares de visualização geométrica, tornaram-se aliados indispensáveis dos professores. Essas tecnologias permitiram um ensino mais dinâmico e interativo, facilitando a compreensão de conceitos complexos através de recursos visuais e práticas virtuais (Borba et

al, 2020). Os alunos, por sua vez, desenvolveram habilidades digitais essenciais, como a navegação em ambientes virtuais de aprendizagem e a utilização de ferramentas colaborativas online.

As pesquisas de Basniak e Estevam (2018), Menezes e Braga (2018), e Fonseca e Santos (2021), publicadas no VII e VIII Seminário Internacional de Pesquisa em Educação Matemática (SIPEM), destacam o papel fundamental das tecnologias digitais no acesso ao conhecimento e na inovação pedagógica. Além disso, essas pesquisas ressaltam a importância de uma formação de professores que vá além do simples uso das ferramentas digitais, enfatizando a necessidade de capacitar os educadores para refletirem criticamente sobre as tecnologias e adaptá-las às necessidades específicas de suas práticas pedagógicas.

Este período de transformação reforçou a importância da integração tecnológica no ensino e do uso de Metodologias Ativas, como o ensino híbrido. Essa abordagem combina o ensino presencial com o uso de tecnologias digitais, proporcionando uma experiência de aprendizagem mais flexível e personalizada. Segundo Bravim (2017), com base em Garrison e Vaughan (2008), o ensino híbrido pode ser compreendido como uma "integração orgânica de abordagens e tecnologias complementares da educação presencial e a distância cuidadosamente selecionadas" (Bravim, 2017, p. 35).

Meyers e Jones (1993) definem Metodologia Ativa como o conjunto de atividades que envolve os estudantes em ações práticas enquanto refletem sobre o que estão fazendo. Esse método coloca o aluno como o sujeito que promove a sua própria aprendizagem, tornando o processo educativo mais dinâmico e participativo. Ao envolver os alunos de maneira ativa, a metodologia visa não apenas a assimilação de conteúdo, mas também o desenvolvimento de habilidades críticas e reflexivas, essenciais para a formação integral do indivíduo (Camas & Brito, 2017). Através das Metodologias Ativas, busca-se não apenas transmitir informações, mas também o desenvolver habilidades de pensamento crítico, resolução de problemas e trabalho em equipe, capacitando os alunos para enfrentar os desafios do mundo real.

Para ressaltar a importância das Metodologias Ativas no contexto educacional contemporâneo, é crucial entender seus princípios básicos e sua aplicação prática. De acordo com Beck (2018), uma Metodologia Ativa é baseada em alguns princípios fundamentais, como a personalização da aprendizagem, a abordagem de desafios com problemas reais e a realização de atividades que tenham significado para os alunos envolvidos. Esses princípios são essenciais para promover um aprofundado engajamento dos estudantes e fomentar processos de aprendizagem relevantes, oferecendo oportunidades e vivências importantes para enfrentar os desafios impostos que perfazem o contexto real na sociedade.

Para o estudo dos conteúdos e a propositura das atividades, em nossa pesquisa fizemos uso da Metodologia Ativa conhecida como Sala de Aula Invertida (SAI). Segundo Martín (2017), a SAI abrange uma série de métodos que utilizam meios eletrônicos para a transmissão de informações fora da sala de aula. Nesse modelo, os alunos recebem o conteúdo a ser aprendido através de hipertextos e hiperlinks que contêm links para documentos, apresentações, vídeos, podcasts e entre outros. Isso permite que o tempo de aula seja utilizado para um diálogo bidirecional, ao invés de ser consumido por monólogos explicativos. Assim, o período em sala é dedicado à interação e aplicação prática dos conhecimentos, aproveitando que os estudantes já tiveram acesso prévio ao material necessário por meio de diversos recursos didáticos, como livros, vídeos, jogos, artigos, entre outros.

Dessa forma, a SAI transforma o ambiente de aprendizado em um espaço dinâmico e colaborativo, onde o foco está na discussão e no aprofundamento dos temas estudados. Sendo uma abordagem que inverte a lógica tradicional das aulas, o aluno faz os estudos direcionados

pelo professor em casa e, na sala de aula participa de discussões, realiza as atividades e projetos, permitindo dessa forma, otimizar o tempo em sala de aula (Bergmann, 2016). Um ponto a frisar com relação a essa abordagem, é que a responsabilidade dos processos de ensino e de aprendizagem também é compartilhada com o estudante.

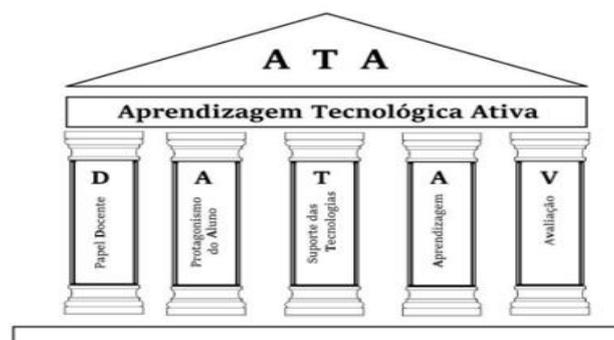
Pesquisas teóricas sobre a integração de tecnologias digitais e Metodologias Ativas na formação e desenvolvimento profissional de professores têm ganhado destaque recentemente. Entre essas, as ideias de Leite (2018), especialmente com a proposta do modelo teórico da Aprendizagem Ativa Tecnológica (ATA). Segundo Leite (2018, p.588), "A ATA, num mundo conectado e digital, expressa-se por meio de modelos de ensino híbridos, com muitas possíveis combinações." A ATA resulta dessa integração, onde as tecnologias digitais não são limitadas a apenas ferramentas auxiliares, mas elementos centrais que transformam a dinâmica educacional.

A implementação da ATA possibilita aos alunos o acesso e a interação com recursos digitais, como vídeos, podcasts e jogos educativos, antes das aulas presenciais. Essa preparação otimiza o tempo em sala de aula, permitindo a realização de atividades práticas e discussões colaborativas, o que resulta em uma aprendizagem mais significativa. Além disso, essa abordagem capacita os estudantes para um mundo digital, promovendo o desenvolvimento de competências essenciais para o século XXI. Leite (2021, p. 189) enfatiza que “o modelo da ATA destaca a relação entre metodologias ativas e tecnologias digitais”, favorecendo a autonomia do aprendiz, que pode acessar conteúdos a qualquer momento e em qualquer lugar, sem depender de orientações constantes de um professor.

Uma das características principais dessa perspectiva é a promoção do engajamento dos alunos por meio de atividades e práticas interativas. Ao invés de apenas receberem informações passivamente em uma aula expositiva, os estudantes são estimulados a participar ativamente de discussões, resolver problemas, realizar experimentos e explorar aplicações práticas da Matemática. Isso não apenas torna o aprendizado mais dinâmico e envolvente, mas também ajuda os alunos a desenvolverem habilidades como, pensamento crítico, resolução de problemas e trabalho em equipe (Leite, 2018).

A Aprendizagem Tecnológica Ativa é fundamentada em cinco pilares essenciais para promover processos de ensino e de aprendizagem dinâmicos e envolventes. Esses pilares são interdependentes e cada um desempenha um papel crucial na constituição de uma ATA eficaz. Coletivamente, são denominados de DATAV. A seguir, apresentamos uma breve descrição de cada pilar, segundo apresenta o autor Leite (2018):

**Figura 1:** Aprendizagem Tecnológica Ativa



**Fonte:** Leite (2018, p. 589)

**i) Papel Docente (D):** O papel do docente na ATA vai além da simples transmissão de conhecimento. Os professores atuam como facilitadores e mediadores do processo de

aprendizagem, promovendo um ambiente de aprendizado ativo e colaborativo. Eles devem estar preparados para utilizar tecnologias e metodologias ativas que incentivem a participação dos alunos. **ii) Protagonismo do Aluno (A):** Na ATA, os alunos são incentivados a assumir um papel ativo em seu próprio aprendizado. Eles são vistos como agentes autônomos, capazes de tomar decisões sobre seu processo de estudo e colaborar com colegas. O protagonismo do aluno é fundamental para desenvolver habilidades críticas, criativas e de resolução de problemas. **iii) Suporte das Tecnologias (T):** As tecnologias digitais são ferramentas indispensáveis na ATA. Elas proporcionam uma vasta gama de recursos e plataformas que facilitam a aprendizagem interativa e personalizada. O uso efetivo de tecnologias deve ser integrado de forma estratégica para apoiar e enriquecer o ensino. **iv) Aprendizagem (A):** A aprendizagem na ATA é vista como um processo contínuo e ativo. Os métodos de ensino são projetados para envolver os alunos em atividades práticas e reflexivas, promovendo uma compreensão profunda e duradoura dos conteúdos. A aprendizagem é centrada no aluno, considerando suas necessidades, interesses e contextos. **v) Avaliação (V):** A avaliação na ATA é contínua e multifacetada. Ela não se limita a testes tradicionais, mas inclui diversas formas de feedback e autoavaliação que permitem aos alunos monitorar seu progresso e refletir sobre seu aprendizado. A avaliação formativa é usada para ajustar as estratégias de ensino e apoiar o desenvolvimento dos alunos (Leite, 2018).

No entanto, apesar dos benefícios evidentes, a adoção de uma perspectiva ativa e tecnológica para o ensino de Matemática também apresenta desafios. Um dos principais desafios reside em assegurar que a tecnologia seja integrada de forma efetiva e pedagogicamente apropriada, promovendo o aprimoramento dos processos de aprendizagem dos alunos. Isso requer não apenas o domínio das ferramentas tecnológicas por parte dos professores, mas também a capacidade de as integrar de forma coesa ao currículo e adaptá-las às necessidades específicas dos alunos.

Consideramos que a metodologia da SAI é uma aplicação eficaz da ATA no ensino de Matemática. Nesse modelo, os alunos acessam conteúdos teóricos online antes das aulas presenciais, utilizando vídeos, animações, e outros materiais digitais. O tempo em sala de aula é, portanto, destinado a atividades práticas, resolução de problemas e discussões colaborativas, possibilitando uma maior interação entre alunos e professores e favorecendo um aprofundamento nos processos de aprendizagem. Além do mais, as tecnologias digitais desempenham um papel crucial na ATA, oferecendo ferramentas que tornam o aprendizado mais visual e interativo. Softwares matemáticos, como o *Poly*, permitem que os alunos explorem conceitos matemáticos de maneira prática e visual. Esses recursos digitais facilitam a mudança de um modelo de reprodução de informação para um de produção e construção colaborativa de conhecimento.

A partir destas visões impressas neste artigo, devemos destacar que precisamos tomar cuidado durante a utilização de tecnologias em sala de aula. Por muitas vezes, um artifício tecnológico usado de forma errônea, ou até mesmo experimentado por mera utilização, sem alguma finalidade planejada, não garante a aprendizagem. Ao planejar e organizar situações de aprendizagem, é essencial focar nas atividades dos estudantes, pois é a aprendizagem deles o objetivo principal da ação educativa (Diesel, Baldez & Martins, 2017). Esse enfoque não apenas proporciona uma educação pertinente e envolvente, como também possibilita aos estudantes desenvolver habilidades de pensamento crítico e tornarem-se autônomos ao longo da vida, inclusive em suas trajetórias acadêmica e profissional.

## 2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS E O CONTEXTO DA PESQUISA

O presente estudo teve como objetivo investigar as potencialidades da Metodologia da Sala de Aula Invertida em conjunto com o uso do software Poly no ensino de Matemática com

ênfase no conteúdo de Geometria Espacial, em destaque, poliedros convexos, planificação e Teorema de Euler. A pesquisa foi realizada ao longo do primeiro semestre de 2024 em três turmas do 3º ano do Ensino Médio da Escola Normal Estadual Padre Emídio Vianna Correia, situada em Campina Grande - PB. As turmas foram selecionadas mediante a titularidade da pesquisadora como professora regente no componente curricular Matemática nas turmas supracitadas.

Este estudo, de natureza qualitativa, conforme delineada por Bogdan e Biklen (1994), visando interpretar e compreender os fenômenos observados em seu contexto natural, com ênfase na análise detalhada das interações e percepções dos participantes. Essa escolha justificase pela necessidade de explorar as implicações do uso combinado da Metodologia de Sala de Aula Invertida e do software Poly no ensino de Geometria Espacial, bem como investigar a dinâmica nos processos de ensino e aprendizagem mediados por tecnologias digitais.

A coleta de dados foi estruturada em múltiplas etapas e empregou diferentes instrumentos, visando garantir a abrangência e profundidade das informações obtidas. As aulas foram observadas de forma contínua e foram realizados registros em diários de campo. Estes registros permitiram compreender as interações entre alunos e professora, o engajamento dos estudantes com as atividades propostas e a utilização de tecnologias digitais. As interações dos alunos com o conteúdo e as atividades desenvolvidas foram documentadas, incluindo registros escritos, tarefas práticas e a resolução de problemas matemáticos. O desempenho acadêmico foi monitorado por meio de avaliações formais e informais, possibilitando a análise da progressão e compreensão dos conceitos geométricos. Adicionalmente, gravações de áudio das aulas capturaram as interações verbais, facilitando uma análise detalhada das dinâmicas de comunicação em sala de aula.

O estudo em tela se caracteriza como uma pesquisa pedagógica na qual o pesquisador, atuando como professor, se posiciona como o agente principal na investigação de sua própria prática educativa (Lankshear & Knobel, 2008). Nesse contexto, o pesquisador assumiu a função de mediador e facilitador, promovendo um ambiente de aprendizagem colaborativo e centrado no aluno.

A intervenção pedagógica foi organizada em três etapas principais, articuladas ao planejamento anual do componente curricular:

**Implementação da Metodologia da Sala de Aula Invertida:** Os conteúdos teóricos foram disponibilizados previamente aos alunos por meio de materiais digitais, incluindo livro didático, vídeos educativos e apresentações de slides, utilizando as plataformas Google Classroom e WhatsApp. Os estudantes foram orientados a registrar três pontos aprendidos, duas perguntas e uma dúvida principal, que seriam debatidos posteriormente em sala de aula. Durante os encontros presenciais, a professora conduziu discussões com base nos registros dos alunos, esclarecendo dúvidas, respondendo questionamentos e promovendo debates.

**Exploração da Relação de Euler com o Software Poly:** No estudo da Relação de Euler, o software Poly Pro 1.12 foi utilizado para facilitar a visualização e compreensão de conceitos e procedimentos envolvendo poliedros. Os alunos tiveram a oportunidade de explorar digitalmente os poliedros, identificando e contabilizando vértices, arestas e faces. A utilização desse recurso tecnológico possibilitou uma observação concreta da interconexão entre esses elementos, proporcionando uma compreensão mais sólida da relação de Euler e de sua aplicação em problemas matemáticos. Os alunos foram incumbidos de responder a questões de um protocolo (Atividade 2), conforme apresentado na Figura 2.

**Figura 2:** Atividade 2 de Geometria Espacial – Poliedros – Software Poly

**ATIVIDADE DE GEOMETRIA ESPACIAL – POLIEDROS – SOFTWARE POLY**

1. Seleccione Sólidos de Platão (de acordo com as instruções anteriormente apresentadas) e, para cada um dos poliedros/sólidos de Platão, identifique as regiões poligonais que aparecem como faces:  
 Tetraedro: \_\_\_\_\_  
 Cubo: \_\_\_\_\_  
 Octaedro: \_\_\_\_\_  
 Dodecaedro: \_\_\_\_\_  
 Icosaedro: \_\_\_\_\_

2. Observe os três primeiros poliedros de Platão e complete a tabela a seguir:

Poliedros	Nº de faces:	Nº de Arestas:	Nº de Vértices:
Tetraedro			
Cubo			
Octaedro			

3. Seleccione o poliedro *prisma hexagonal* (da categoria prismas e antiprismas) e complete as questões 4 a 9. Depois faça o mesmo para a *pirâmide pentagonal* (da categoria sólidos de Johnson). Procure, dentre os modos de visualização/botões disponíveis, qual é o melhor para se obter as respostas.

4. a) O prisma hexagonal possui \_\_\_\_\_ faces.  
 b) A pirâmide pentagonal possui \_\_\_\_\_ faces.

5. a) No prisma hexagonal aparecem as seguintes regiões poligonais como faces: \_\_\_\_\_  
 b) Na pirâmide pentagonal aparecem as seguintes regiões poligonais como faces: \_\_\_\_\_

6. a) O prisma hexagonal possui \_\_\_\_\_ arestas.  
 b) A pirâmide pentagonal possui \_\_\_\_\_ arestas.

7. a) O prisma hexagonal possui \_\_\_\_\_ vértices.  
 b) A pirâmide pentagonal possui \_\_\_\_\_ vértices.

8. Observe a tabela a seguir e complete com os dados que já foram determinados sobre cada um dos poliedros mencionados nela. A seguir, observe a última coluna e tente deduzir uma relação entre número de vértices, faces e arestas para esses poliedros.

POLIEDRO	V = número de Vértices	F = número de Faces	A = número de Arestas	V + F
Prisma Hexagonal			18	12+8 = 20
Pirâmide pentagonal				
Tetraedro Regular				
Cubo			12	8+6 = 14
Octaedro Regular				

9. Analise o resultado obtido na última coluna (V + F) comparando com o número de arestas. A relação matemática que se obtém analisando, na tabela as colunas V+F e A é:

\_\_\_\_\_ + \_\_\_\_\_ = \_\_\_\_\_ + 2  
 ou  
 \_\_\_\_\_ - \_\_\_\_\_ = 2.

Fonte: Adaptado de Fanti, Kodama e Necchi (2007, p. 740)

**Aplicação Prática do Teorema de Euler:** Os alunos foram desafiados a resolver problemas práticos relacionados à relação de Euler, visando consolidar sua compreensão sobre este resultado e aprimorar suas habilidades de resolução de problemas. Esta etapa promoveu a aplicação do conhecimento teórico em contextos práticos, utilizando situações matemáticas.

Para a análise dos dados, foi adotado o método de triangulação, conforme sugerido por Denzin e Lincoln (2006). Este método integra diferentes fontes de evidências, como observações, registros das atividades dos alunos e gravações de áudio, proporcionando uma visão abrangente e robusta do fenômeno investigado. A utilização da triangulação permitiu um olhar mais profundo sobre o impacto da utilização da metodologia apresentada e das tecnologias utilizadas, garantindo veracidade e confiabilidade dos dados obtidos durante os processos de ensino e de aprendizagem apresentados nesta pesquisa.

Os dados foram organizados em três categorias principais:

1. **Compreensão dos Conceitos Geométricos e Dificuldades Identificadas:** Esta categoria analisa a internalização dos conceitos geométricos pelos alunos, bem como os principais obstáculos enfrentados durante o processo de aprendizagem, incluindo dificuldades conceituais e operacionais.
2. **Interação e Uso de Tecnologias Digitais na Aprendizagem:** Examina como a incorporação das tecnologias digitais impactou a comunicação em sala de aula, o engajamento dos alunos e a colaboração entre os participantes, abrangendo interações presenciais e mediadas por plataformas digitais.
3. **Impacto das Metodologias Ativas e Avaliação dos Resultados:** Analisa o efeito das metodologias ativas e das tecnologias no desenvolvimento das competências matemáticas dos alunos, incluindo a aplicação prática dos conceitos em contextos específicos e o desempenho acadêmico ao longo do período investigado.

As estratégias pedagógicas foram propostas de tal maneira que proporcionasse a equidade entre os alunos, garantindo que suas individualidades sejam respeitadas e que o conteúdo tenha significado através de relações com o cotidiano. Corroborando conosco, Leite

(2018) evidencia que, os processos de ensino e de aprendizagem baseado na ATA prioriza a centralidade da tecnologia nas estratégias pedagógicas para promover um aprendizado dinâmico e interativo.

### 3 DISCUSSÕES DOS RESULTADOS

Durante o percurso da pesquisa, os alunos foram instruídos a registrar três pontos que aprenderam, elaborar duas perguntas e identificar uma dúvida principal sobre o conteúdo estudado. Nesta abordagem, buscamos estimular o estudo prévio dos conteúdos na perspectiva de promover aulas mais dialógicas e interativas. Uma das dúvidas apontada pelos alunos durante as aulas, refere-se à diferenciação entre poliedros convexos e côncavos, bem como suas características e classificações, os mesmos também apresentaram dificuldades em generalizar que ambos são sólidos geométricos limitados por polígonos de faces planas. A categoria *compreensão dos conceitos geométricos e dificuldades* se consolida na medida em que os alunos debatem e questionam a professora regente na busca da compreender o conteúdo que, ao ser assimilado, os próprios assumem a direção da própria aprendizagem. Um exemplo dessa dificuldade pode ser observado no diálogo a seguir, ocorrido em sala de aula entre a professora regente e um aluno do 3º Ano A:

**Aluno A:** Professora, eu acho que os poliedros convexos são mais fechados, né? Tipo, o segmento não sai pra fora. Já os côncavos, uma parte fica pra fora.

**Professora:** Ótima observação! Então, se eu desenhar uma linha ligando dois pontos em um poliedro convexo, ela vai ficar toda dentro do poliedro. Isso faz sentido?"

**Aluno A:** Sim, faz. Ela não corta pra fora.

**Professora:** Exatamente! E no côncavo, se eu desenhar a mesma linha, pode ser que uma parte dela acabe saindo, certo?

**Aluno A:** Isso! É como se tivesse uma 'entradinha' no poliedro.

**Professora:** Perfeito! Você entendeu a diferença entre convexos e côncavos, o que é essencial para compreender o comportamento dos poliedros. (Relatos de Aula, 2024)

Neste modelo de aula fundamentado na SAI, destacamos o diálogo entre o aluno e a professora, que reflete a compreensão do estudante sobre poliedros convexos e côncavos. A SAI, alinhada com a ATA, promoveu uma participação mais ativa e facilitou a resolução de questões, otimizando os processos de ensino e de aprendizagem ao torná-lo mais interativo e adaptado às necessidades dos alunos. Martín (2017, p. 21) destaca que, neste modelo a preparação dos alunos para a aula é “estimulada e encorajada de diferentes maneiras em cada um dos meios de comunicação descritos para chegar a uma aprendizagem invertida”.

Além disso, a professora utilizou uma apresentação dinâmica no PowerPoint para mostrar exemplos de poliedros convexos e côncavos, tanto em contextos teóricos quanto no cotidiano. Essa abordagem ajudou os alunos a entender melhor as características dos poliedros, tornando a teoria mais concreta e facilitando a identificação das diferenças entre eles. Dessa forma, a segunda categoria, que abrange a *interação e uso de tecnologias na aprendizagem*, se consolida, trazendo para a pesquisa as conexões entre a SAI e a ATA tornando a sala de aula um ambiente de aprendizagem tecnológica, além de inovar os processos de ensino e de aprendizagem, tornando a Matemática cada vez mais atrativa.

No segundo momento da pesquisa, os alunos realizaram explorações de diversos tipos de sólidos geométricos, incluindo sólidos platônicos, arquimedianos e de Johnson, por meio do software Poly, na busca de uma melhor compreensão dos conceitos geométricos. Além disso, enfatizamos que o acesso prévio ao software, durante as atividades realizadas extraclasse, promoveu a autonomia dos alunos, o que se refletiu em uma participação mais ativa e engajada durante as aulas presenciais. Seguindo os preceitos de Leite, (2021, p.186) “[O] professor ao

utilizar as tecnologias digitais, em especial os aplicativos digitais, com seus estudantes deve ensinar a selecionar, analisar, criticar, comparar, avaliar, sintetizar, comunicar e informar”. A *Foto 1* ilustra um desses momentos de interação no laboratório de informática.

**Foto 1:** Registro dos alunos manipulando o Poly



**Fonte:** Arquivo pessoal

As representações visuais utilizadas permitiram à professora enriquecer o portfólio de recursos, aprimorando a compreensão das características dos sólidos geométricos por meio de suas representações tridimensionais, bem como das propriedades dos modelos tridimensionais dos poliedros. Essa abordagem tecnológica proporcionou uma visualização interativa, favorecendo uma compreensão mais aprofundada dos conceitos geométricos. De tal forma, Leite (2018, p. 590) afirma que, "o papel do professor, na ATA, aproxima-se de uma concepção do profissional que facilita a construção de significados por parte do aluno nas suas interpretações do mundo".

Após a exploração inicial, os alunos resolveram o protótipo da atividade (Figura 2). A seguir, são apresentadas observações e resultados sobre o envolvimento dos alunos no desenvolvimento das atividades, destacando a terceira categoria que revela o *impacto das metodologias ativas e avaliação dos resultados*.

No contexto geral das atividades, as respostas dos alunos foram conforme o esperado, evidenciando o grande potencial do software Poly no que diz respeito a assimilação dos conteúdos de Geometria abordados. Por exemplo, no item 2, que abordava os poliedros de Platão, as respostas dos alunos alinhavam-se de forma adequada aos objetivos da atividade, conforme mostra a Figura 3. Corroborando com o exposto, Leite (2021, p.187) nos ajuda a compreender que “as tecnologias digitais são mais do que recursos auxiliares, elas apresentam condições para o desenvolvimento do ensino, dando liberdade e democratização a informação e a construção do conhecimento”.

**Figura 3:** Registro da atividade (Aluno do 3 Ano E)

2. Observe os três primeiros poliedros de Platão e complete a tabela a seguir:

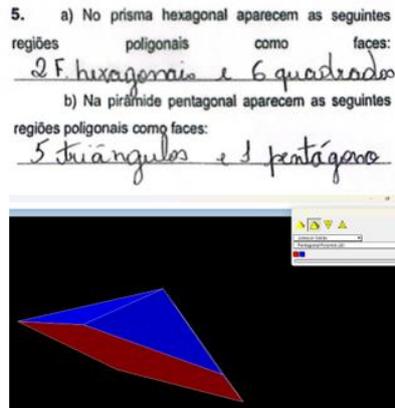
Poliedros	Nº de faces:	Nº de Arestas:	Nº de Vértices:
Tetraedro	4	6	4
Cubo	6	12	8
Octaedro	8	12	6

**Fonte:** Arquivo pessoal

Entretanto, alguns alunos tiveram dificuldades em questões específicas da atividade. No item *a* da questão de número 5, por exemplo, alguns responderam *2 pentágonos* em vez de *hexágonos*, indicando dificuldades ao nomear os polígonos. No item *b* da mesma questão,

alguns destacaram apenas os triângulos, ignorando o pentágono da base da pirâmide, o que sugere uma compreensão incompleta da estrutura geométrica. No entanto, a maioria respondeu corretamente, como ilustrado na Figura 4.

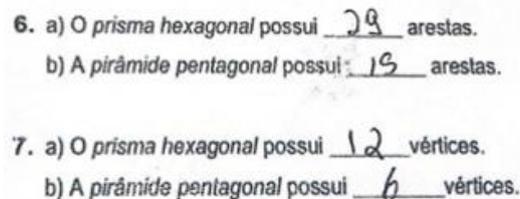
**Figura 4:** Registro da atividade (Aluno do 3 Ano B)



Fonte: Arquivo pessoal

Diante das dúvidas, os alunos assumiram a necessidade de trabalhar em coletividade, fomentando um ambiente de aprendizagem colaborativa e fortalecimento do protagonismo estudantil, conforme enfatizado na perspectiva da ATA (Leite, 2018). Ao oferecerem apoio e compartilharem conhecimentos, os estudantes não apenas consolidaram sua própria compreensão dos conceitos matemáticos, também aprimoraram habilidades interpessoais, como comunicação e empatia. Esse processo colaborativo promoveu um clima de cooperação e respeito mútuo, elevando o engajamento e a motivação dos alunos. Adicionalmente, a professora incentivou os alunos a identificar e ponderar suas próprias incoerências nas respostas, o que foi crucial para que a maioria conseguisse atribuir respostas adequadas, como ilustrado na Figura 5.

**Figura 5:** Registro da atividade (Aluno do 3 Ano A)



Fonte: Arquivo pessoal

Outro momento significativo no desenvolvimento das atividades foi durante a etapa de planificação dos sólidos, este em que os alunos fizeram observações relevantes. Apresentamos a seguir um trecho do diálogo entre a professora e os alunos do 3º Ano E.

**Aluno B:** Sim, eu achei que a planificação do prisma parece com caixas de remédio desmontada. É como se o sólido fosse uma caixa que podemos abrir e estender.

**Professora:** Ótima observação! A ideia de uma caixa desmontada é uma boa analogia para visualizar a planificação. Ela ajuda a entender como o sólido pode ser “desdobrado” em uma superfície plana. Alguém mais teve algum pensamento similar?

**Aluna C:** Eu percebi que a figura fica parecida com uma folha quando a planificação está completa. É como se o sólido tivesse sido desdobrado completamente.

**Professora:** Exatamente! Quando planificamos um sólido, estamos realmente criando uma representação bidimensional de sua superfície tridimensional. A comparação com uma folha é bastante apropriada.

**Aluna D:** E eu reparei que algumas arestas na planificação se formam em pares. Parece que elas se juntam de uma maneira que faz sentido para formar o sólido original quando dobramos a planificação.

**Professora:** Isso é uma excelente observação! As arestas formadas em pares são essenciais para garantir que, ao dobrar a planificação, o sólido se forme corretamente, destacando um aspecto crucial na montagem de sólidos.

**Aluno E:** Então, esses pares de arestas ajudam a manter a estrutura do sólido quando montamos a planificação?

**Professora:** As arestas emparelhadas asseguram a correta conexão das faces na formação do sólido tridimensional. (Transcrição de áudios, 2024)

O diálogo mencionado, na perspectiva da ATA, reflete a eficácia da abordagem em criar ambientes que possuem potenciais colaborativos e dinâmicos. Destaca o papel fundamental do professor na mediação dos conceitos, permitindo aprofundar o conhecimento e promover um aprendizado centrado no aluno e adaptado às suas necessidades. A observação do aluno como, *parece uma caixa de remédio desmontada*, evidencia a compreensão prática dos conceitos de geometria espacial, expressa através da planificação do sólido com o uso da tecnologia. Concordamos com Leite (2021, p.186), ao retratar a complexidade das mudanças pedagógicas no que diz respeito a uma “educação digital”, para ele “[O] professor, nesse contexto, tem o desafio de se apropriar de recursos didáticos digitais e utilizá-los nos processos de ensino e de aprendizagem.

Na questão de número 8, os alunos foram desafiados a deduzir a relação de Euler com base nas observações feitas nas questões anteriores. Para isso, eles precisaram analisar e comparar os dados sobre o número de faces, vértices e arestas dos sólidos geométricos estudados. Todos os alunos resolveram o item corretamente, conforme exemplo na Figura 6.

**Figura 6:** Registro da atividade (Aluno do 3º Ano B)

POLIEDROS	V = número de Vértices	F = número de Faces	A = número de Arestas	V + F
Prisma Hexagonal	12	8	18	12+8 = 20
Pirâmide pentagonal	6	6	10	6+6 = 12
Tetraedro Regular	4	4	6	4+4 = 8
Cubo	8	6	12	8+6 = 14
Octaedro Regular	6	8	12	6+8 = 14

**Fonte:** Arquivo pessoal

A atividade constituiu em identificar padrões comuns e compreender como esses elementos se relacionam em diferentes poliedros convexos. A seguir, destacamos um trecho do diálogo entre a professora regente e um aluno do 3º Ano B:

**Professora:** Exatamente. No item 8, vocês deduziram essa fórmula com base nas observações. Como foi essa experiência?

**Aluna C:** Foi interessante. Vimos que a fórmula se aplica a todos os poliedros convexos que estudamos e começamos a entender por que isso acontece.

**Professora:** A fórmula  $V - A + F = 2$  revela padrões nas estruturas dos sólidos. O que isso mostrou para vocês?

**Aluno D:** Mostrou que a fórmula é lógica e não apenas uma regra a ser decorada.

**Professora:** Exatamente! Deduzir a fórmula ajuda a entender a lógica por trás dos poliedros e desenvolve habilidades de análise. A matemática é sobre encontrar e explicar padrões como esse.

**Aluna E:** Então, ao entender a fórmula, estamos aprendendo sobre a estrutura das formas geométricas?

**Professora:** Isso mesmo! A relação de Euler é um exemplo de como a matemática revela a ordem nas formas geométricas. (Relatos de Aula, 2024)

Como podemos notar o uso do software facilitou a exploração do conceito de poliedro, bem como a compreensão dos conceitos de planificação, faces, arestas e vértices. Por exemplo, ao planificar um poliedro, os alunos puderam identificar facilmente o número de suas faces e as regiões poligonais correspondentes. Além disso, a exploração da atividade com o software permitiu que os alunos deduzissem o Teorema de Euler, verificando a relação entre faces, arestas e vértices em diferentes poliedros. Por conseguinte, concordamos com Silva, Neto e Leite (2021, p.497) quando mencionam que “as tecnologias digitais na educação devem ser entendidas como uma aliada, auxiliando tanto o professor quanto os próprios estudantes na construção do saber”.

No que tange à compreensão dos conceitos geométricos e à identificação de dificuldades, no contexto ATA, a integração de métodos pedagógicos inovadores com ferramentas digitais mostrou-se eficaz em enriquecer a compreensão dos conceitos geométricos. As dificuldades iniciais dos alunos em diferenciar poliedros convexos e côncavos revelaram a necessidade de abordagens mais interativas e recursos visuais dinâmicos. Leite (2018) corrobora essa estratégia ao destacar quatro tipos de aprendizagem inter-relacionados e complementares: individual, colaborativa, social e ubíqua. A aprendizagem individual, evidenciada na autonomia dos alunos ao explorar o conteúdo; a colaborativa, impulsionada pela cooperação em atividades em grupo; a social, sustentada pelas interações em sala de aula; e a ubíqua, facilitada pelo acesso contínuo ao conteúdo através de tecnologias digitais, foram fundamentais para a efetiva integração das metodologias ativas e tecnológicas investigadas na pesquisa.

No que se refere a abordagens interativas e recursos visuais mediados por tecnologia, a utilização do software Poly não apenas incentivou a participação ativa dos alunos, também promoveu a cooperação entre pares, com os alunos assistindo-se mutuamente para resolver as atividades propostas. Nos ancorando nas prerrogativas de Leite (2021) o professor, no que se refere ao uso de aplicativos, se destaca no papel de mediador nos processos de ensino.

Por fim, o impacto das metodologias ativas e a avaliação contínua dos resultados demonstraram um efeito positivo mensurável nos processos de ensino e de aprendizagem, conforme previsto pela ATA. Moran (2015, p. 18) salienta que as metodologias ativas "são pontos de partida para avançar para processos mais avançados de reflexão, de integração cognitiva, de generalização, de reelaboração de novas práticas". Este princípio foi central na pesquisa, na qual a implementação de metodologias ativas e o uso de tecnologias digitais promoveram um aprendizado dinâmico e integrado, facilitando a compreensão dos conteúdos e incentivando a autonomia e a colaboração entre os alunos.

## CONCLUSÕES

A presente pesquisa demonstrou que a integração da metodologia da Sala de Aula Invertida (SAI) com o software Poly no ensino de Geometria Espacial resultou em melhorias consideráveis para os processos de ensino e aprendizagem. A implementação da SAI propiciou um produtivo engajamento entre os alunos e a professora regente, permitindo que o tempo de aula fosse utilizado de maneira eficiente para a condução de dúvidas e para a discussão aprofundada dos conceitos abordados. A preparação prévia dos alunos, mediante a disponibilização de materiais digitais, favoreceu a realização de aulas interativas e dialógicas,

corroborando a eficácia deste modelo pedagógico para promoção de uma aprendizagem com significado e participação.

A utilização do software Poly revelou-se uma ferramenta altamente produtiva para a visualização e compreensão dos conceitos relacionados a poliedros e à relação de Euler. O software possibilitou uma exploração prática e intuitiva dos sólidos geométricos, proporcionando uma compreensão com experimentação sobre as características e relações nos poliedros. Esta abordagem prática contribuiu para uma assimilação robusta dos conteúdos e para a resolução de problemas matemáticos, evidenciando a importância da integração de ferramentas digitais na Educação Matemática.

Em síntese, a combinação das metodologias ativas com tecnologias digitais transformou a dinâmica da sala de aula, evidenciando a capacidade destas abordagens em criar um ambiente de aprendizagem dinâmico e envolvente. Os resultados obtidos confirmam a eficácia das metodologias ativas e das tecnologias digitais na superação de dificuldades iniciais dos alunos e na promoção de um aprendizado profundo e com significado. Este estudo reforça o potencial das metodologias inovadoras e das ferramentas digitais para enriquecer a prática pedagógica e melhorar a experiência educacional, alinhando-se aos princípios da Aprendizagem Ativa Tecnológica (ATA) e destacando sua relevância na Educação Matemática.

Embora a pesquisa tenha alcançado seus objetivos, é importante reconhecer algumas limitações. A amostra foi composta por um número restrito de alunos em um único contexto escolar, o que pode limitar a generalização dos resultados. Além disso, as dificuldades específicas enfrentadas por alguns estudantes, como a nomeação de determinados polígonos, evidenciam a necessidade de uma abordagem mais direcionada em certos conteúdos. Para investigações futuras, recomenda-se a realização de estudos em diferentes contextos escolares, com amostras mais amplas, a fim de verificar a eficácia das metodologias ativas e da integração de tecnologias. Também é pertinente investigar os efeitos a longo prazo dessas metodologias na aprendizagem dos alunos, bem como explorar a formação contínua dos professores no que tange ao uso de tecnologias digitais.

## REFERÊNCIAS

- Almeida, M. E. B. B., & Valente, J. A. (2011). Tecnologias e currículo: Trajetórias convergentes ou divergentes? Paulus.
- Basniak, M. I., & Estevam, E. J. G. (2018). Uma lente para analisar a integração de tecnologias digitais ao ensino exploratório de matemática. Em Anais do VII Seminário Internacional de Pesquisa em Educação Matemática, Foz do Iguaçu.
- Beck, C. (2018). Metodologias ativas: Conceito e aplicação. Andragogia Brasil. Disponível em <https://andragogiabrasil.com.br/metodologias-ativas/> Acesso em 2 jun. 2020.
- Bergmann, J., & Sams, A. (2016). Sala de aula invertida: Uma metodologia ativa de aprendizagem (A. C. da C. Serra, Trad.). LTC.
- Bittar, M. (2010). A escolha de um software educacional e a proposta pedagógica do professor: Estudo de alguns exemplos da matemática. Em W. Beline & N. M. Lobo da Costa (Orgs.), Educação matemática, tecnologia e formação de professores: Algumas reflexões (pp. 215–242). Editora FECILCAM.
- Bogdan, R. C., & Biklen, S. K. (1994). Investigação qualitativa em educação: Uma introdução à teoria e métodos. Porto Editora.
- Borba, M. C., & Penteado, M. G. (2001). Informática e educação matemática. Autêntica.

- Borba, M. C., Scucuglia, R., & Gadanidis, G. (2015). Fases das tecnologias digitais: Sala de aula e internet em movimento (1a ed.). Autêntica.
- Camas, N. P., & Brito, G. S. da. (2017). Metodologias ativas: Uma discussão acerca das possibilidades práticas na educação continuada de professores do ensino superior. *Revista Diálogo Educacional*, Curitiba, PUC-PR.
- D'Ambrosio, U. (2005). A matemática como prioridade numa sociedade moderna. *Dialogia*, 4, 31–44.
- D'Ambrosio, U. (2009). *Educação matemática: Da teoria à prática* (18a ed.). Papirus.
- Denzin, N. K., & Lincoln, Y. S. (2005). Introduction: The discipline and practice of qualitative research. Em *The Sage Handbook of Qualitative Research* (4a ed.). Sage.
- Diesel, A., Santos Baldez, A. L., & Neumann Martins, S. (2017). Os princípios das metodologias ativas de ensino: Uma abordagem teórica. *Revista Thema*, 14(1), 268–288.
- Fanti, E. L. C., Kodama, H. M. Y., & Necchi, M. A. (2007). Explorando poliedros convexos no ensino médio com o software Poly. Livro eletrônico dos trabalhos (referentes ao ano de 2007) dos Núcleos de Ensino da UNESP.
- Fonseca, K. H. L., & Santos, S. C. dos. (2021). Formação continuada de professoras dos anos iniciais do ensino fundamental e a presença das tecnologias digitais. Em *Anais do Seminário Internacional de Pesquisa em Educação Matemática*, Uberlândia.
- Freire, P. (2023). *Pedagogia da autonomia* (56a ed.). Paz e Terra.
- Lankshear, C., & Knobel, M. (2008). *Pesquisa pedagógica: Do projeto à implementação* (1a ed.). Artmed.
- Leite, B. (2018). Aprendizagem tecnológica ativa. *Revista Internacional de Educação Superior*, 4(3), 580–609.
- Leite, B. S. (2021). Tecnologias digitais e metodologias ativas: Quais são conhecidas pelos professores e quais são possíveis na educação? *VIDYA*, 41(1), 185–202.
- Mendes, I. A., & Castillo, L. A. (2023). Relações entre tecnologias e história da matemática para o ensino. *REMATEC*, 18.
- Martín, A. P. (2017). *Flipped learning: Aplicar el modelo de aprendizaje inverso*. Narcea.
- Meyers, C., & Jones, T. (1993). *Promoting active learning*. Jossey-Bass Publishers.
- Moran, J. M. (2015). Mudando a educação com metodologias ativas. Em *Convergências midiáticas, educação e cidadania: Aproximações jovens*.
- Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE). (2023). *Ecosistemas e governança de educação digital no país: Um companheiro para as perspectivas de educação digital em 2023*. OCDE. Disponível em <https://doi.org/10.1787/906134d4-en>
- Silva, B. R. F., Neto, S. L. S., & Leite, B. S. (2021). Sala de aula invertida no ensino da química orgânica: Um estudo de caso. *Química Nova*, 44(4), 493–501.