CEFET/RJ
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO

CONCEPÇÕES DE TECNOLOGIA EM ATIVIDADES EMPÍRICAS DE ENSINO DE MATEMÁTICA QUE UTILIZAM TECNOLOGIAS DIGITAIS: UMA ANÁLISE DOS ÚLTIMOS ANOS NO PORTAL SCIELO

Guilherme Polillo Filho

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência, Tecnologia e Educação, do Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca, CEFET/RJ, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título em Mestrado Acadêmico em Ciências, Tecnologia e Educação.

Orientador(a): Thiago Brañas de Melo

Rio de Janeiro
Maio de 2025

CONCEPÇÕES DE TECNOLOGIA EM ATIVIDADES EMPÍRICAS DE ENSINO DE MATEMÁTICA QUE UTILIZAM TECNOLOGIAS DIGITAIS: UMA ANÁLISE DOS ÚLTIMOS ANOS NO PORTAL SCIELO

Dissertação apresentada ao Programa/Curso de Pós-Graduação em Ciência, Tecnologia e Educação, do Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca, CEFET/RJ, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título/certificado em Mestrado Acadêmico em Ciências, Tecnologia e Educação.

Guilherme Polillo Filho

Banca Examinadora:

_____

Presidente, Professor(a) Dr.(a) Thiago Brañas de Melo (CEFET/RJ) (Orientador)

_____

Professor(a) Dr.(a) João Paulo Fernandes (CEFET/RJ)

_____

Professor(a) Dr.(a) Evonir Albrecht (UFABC)

SUPLENTES

_____

Professor(a) Dr.(a) Taís Conceição dos Santos (CEFET/RJ)

_____

Professor(a) Dr.(a) Júlia Damazio Bouzon (CPII)

Rio de Janeiro
Maio de 2025

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central do CEFET/RJ

P768 Polillo Filho, Guilherme
Concepções de tecnologia em atividades empíricas de ensino de matemática que utilizam tecnologias digitais: uma análise dos últimos anos no portal Scielo / Guilherme Polillo Filho. — 2025.
100f. : il. color. , enc.

Dissertação (Mestrado) Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca, 2025.
Bibliografia : f. 90-100
Orientador: Thiago Brañas de Melo

1. Tecnologia educacional. 2. Matemática – Estudo e ensino. 3. Ciência, Tecnologia e Sociedade. 4. Aprendizagem. I. Thiago Brañas de Melo. (Orient.). II. Título.

CDD 378.173

Elaborada pela bibliotecária Tania Mello – CRB/7 n° 5507/04

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, por todo apoio e amor. À minha família, pelo incentivo constante. Aos amigos, pela presença nos momentos difíceis. E a todos que caminharam comigo nessa jornada, meu sincero agradecimento. Dedico este trabalho com gratidão e respeito a cada um de vocês.

AGRADECIMENTOS

A jornada deste mestrado não teria sido possível sem o apoio de muitas pessoas, a quem sou profundamente grato.

Agradeço, em primeiro lugar, aos professores que marcaram minha trajetória acadêmica com orientação, paciência e incentivo. Ao professor Thiago Brañas de Melo, pelas observações sempre pertinentes e por desafiar minhas ideias com respeito e rigor. À professora Taís Conceição dos Santos e ao professor João Paulo Fernandes, pelas contribuições valiosas durante a fase de qualificação.

À minha família, meu alicerce. À minha mãe, Tânia Lucia Carvalho Polillo, por me ensinar o valor da disciplina. Ao meu pai, Guilherme Polillo, por sua presença firme em todos os momentos importantes do processo. Ao meu irmão, Túlio Carvalho Polillo, que comemorou comigo cada conquista. E aos meus avós – Selma, Adelino, Esterina e Orlando –, que aguardam, com entusiasmo, ver seu neto formado.

Aos amigos que caminharam comigo nesse percurso: Alexandrino Moreira Lopes, Frederico Pegoraro Fernandes Pereira, Joycimar Lemos Barcellos Zeferino (por suas ricas contribuições), Luciana Faltz dos Santos, Maria da Conceição Neves da Silva e todos os que contribuíram durante as aulas. Obrigado por estarem ao meu lado nas madrugadas de estudo, nos cafés rápidos entre as disciplinas e nas discussões que ampliaram meu olhar sobre Ciência, Tecnologia, Educação e Sociedade.

RESUMO

Concepções de Tecnologia em Atividades Empíricas de Ensino de Matemática que Utilizam Tecnologias Digitais: Uma Análise dos Últimos Anos no Portal Scielo

A literatura brasileira sobre Tecnologias Digitais (TDs) no Ensino de Matemática cresce sem necessariamente esclarecer qual entendimento de "tecnologia" orienta as experiências, o que impede avaliar a coerência entre teoria e prática. Para enfrentar esse problema, analisamos concepções tecnológicas em artigos empíricos indexados na SciELO. Após identificar 174 registros, selecionamos 34 estudos (2006-2023) e (i) aplicamos uma análise bibliométrica de abordagem mista para mapear a frequência de publicação ao longo dos anos, os autores mais citados, a rede de colaboração entre instituições e palavras-chave; (ii) processamos os textos integrais no Iramuteq, gerando redes léxicas que destacaram eixos como "professor-formação", "software-instrumento" e "matemática-construção-social-tecnologia-humano-construto-coletivo", interpretados à luz dos referenciais teóricos; (iii) por fim, analisamos qualitativamente cada artigo e codificamos trechos em uma matriz que cruzou dez concepções de Veraszto (2009) com cinco posições (Ausente, Defende pontualmente, Defende fundamentalmente, Problematiza pontualmente e Problematiza fundamentalmente), além de variáveis pedagógicas que se mostraram diversas em relação aos diferentes contextos. Constatamos que, entre os trechos que criticam o uso meramente instrumental da tecnologia, predomina a concepção sociossistêmica, ainda que a tecnologia venha sendo tratada de modo excessivamente instrumental; outros revelam tendências universalistas ou neutralistas, e poucos mantêm traços deterministas, embora seja um ponto de atenção devido aos impactos recentes da "inteligência artificial" na sociedade. Em contextos de infraestrutura precária ou formação docente insuficiente, prevalece o uso operacional das TDs, enquanto projetos que envolvem autoria discente e vínculos comunitários exibem concepções mais sistêmicas e menos restritivas. Concluímos que pesquisas futuras devem integrar dimensões culturais, políticas e escolares para que as TDs ampliem a autonomia e o diálogo social no Ensino de Matemática.

Palavras-chave: Tecnologias Digitais (TDs). Ensino de Matemática. Concepções tecnológicas. Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS). Ambientes de aprendizagem.

ABSTRACT

Technology Conceptions in Empirical Mathematics Education Activities Using Digital Technologies: An Analysis of Recent Years on the SciELO Portal

Brazilian literature on Digital Technologies (DTs) in Mathematics Education is growing without clarifying which understanding of "technology" guides the experiences, which hinders the assessment of coherence between discourse and practice. To address this problem, we analyzed technological conceptions in empirical articles indexed in SciELO. After tracking 174 records, we selected 34 studies (2006–2023) and (i) applied a mixed-method bibliometric analysis to map the publication frequency over the years, the most cited authors, the collaboration network between institutions, and keywords; (ii) processed the full texts in Iramuteq, generating lexical networks that highlighted themes such as "teacher-training," "software-tool," and "mathematics-social-construction-technology-human-collective-construct," interpreted in light of theoretical frameworks; (iii) finally, we read each article and coded excerpts in a matrix that crossed ten conceptions of Veraszto (2009) with five positions (Absent, Defends punctually, Defends fundamentally, Problematizes punctually, and Problematizes fundamentally), in addition to pedagogical variables that proved diverse across different contexts. We found that among the excerpts criticizing the merely instrumental use of technology, the socio-systemic conception predominates, while more than half still treat technology in an excessively instrumental manner; others reveal universalist or neutralist tendencies, and a few maintain deterministic traits, although this remains a point of concern given the recent impacts of "artificial intelligence" on society. In contexts of poor infrastructure or insufficient teacher training, the operational use of DTs prevails, while projects involving student authorship and community bonds exhibit more systemic and less restrictive conceptions. We conclude that future research should integrate cultural, political, and educational dimensions so that DTs can enhance autonomy and social dialogue in Mathematics Education.

Keywords: Digital Technologies (DTs). Mathematics Education. Technological conceptions. Science-Technology-Society (STS). Learning environments.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Gráfico de Publicações por ano

Figura 2 – Rede de colaborações entre instituições

Figura 3 – Gráfico com Autores mais citados nos artigos

Figura 4 – Árvore de similitude dos 34 artigos de atividades empíricas – Optimal Community

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Frequência das palavras-chave

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ACT	Alfabetização Científica e Tecnológica
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
AVAs	Ambientes Virtuais de Aprendizagem
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
BOLEMA	Boletim de Educação Matemática
CEETEPS	Centro Estadual de Educação Tecnológica "Paula Souza"
CRISPR	Clustered Regularly Interspaced Short Palindromic Repeats
CTS	Ciência, Tecnologia e Sociedade
DOAJ	Directory of Open Access Journals
EaD	Educação a Distância
Gephi	*Software* de visualização e manipulação de gráficos em rede
IA	Inteligência Artificial
Iramuteq	Interface de R pour les Analyses Multidimensionnelles de Textes et de Questionnaires
JCR-ISI	Journal Citation Reports - Institute for Scientific Information
LEMA	Learning Environment on Mathematics for Autistic Children
LMSs	Learning Management Systems
MDDIs	Materiais Didáticos Digitais Interativos
MEC	Ministério da Educação
MERLOT	Multimedia Educational Resource for Learning and Online Teaching
MOOCs	Massive Open Online Courses
NdCeT	Natureza da Ciência e Tecnologia
OCDE	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico
ONU	Organização das Nações Unidas
PC	Pensamento Computacional
P&D	Pesquisa e Desenvolvimento
PEA	Perturbação do Espectro do Autismo
PGEM	Programa de Pós-graduação em Educação Matemática
PIBARCTS	Programa Ibero-Americano de Educação, Alfabetização e Reflexão sobre Ciência, Tecnologia e Sociedade
PIBID	Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência
PISA	Programa Internacional de Avaliação de Estudantes
PLEs	Ambientes de Aprendizagem Pessoal
PLNs	Redes de Aprendizagem Pessoal
PNLD	Programa Nacional do Livro e do Material Didático
POE	Predict-Observe-Explain
PPC	Projeto Político Pedagógico
PUC-Rio	Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro
RU	Rutgers University
SciELO	Scientific Electronic Library Online
Scopus	Base de dados de resumos e citações de artigos acadêmicos
SHCM	Seres-Humanos-Com-Mídias
STEAM	Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics

TDs	Tecnologias Digitais
TEA	Transtorno do Espectro Autista
TIC	Tecnologias da Informação e Comunicação
UFCG	Universidade Federal de Campina Grande
UFPR	Universidade Federal do Paraná
UFRGS	Universidade Federal do Rio Grande do Sul
UFSC	Universidade Federal de Santa Catarina
UFSCar	Universidade Federal de São Carlos
ULBRA	Universidade Luterana do Brasil
UM	University of Nottingham
UNESP	Universidade Estadual Paulista
UNICAMP	Universidade Estadual de Campinas
UNESCO	Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura
UNIFAL	Universidade Federal de Alfenas
UERJ	Universidade Estadual do Rio de Janeiro

SUMÁRIO

Apresentação		**14**
Introdução		**17**
1	**Objetivo geral**	**21**
1.1	Objetivos específicos	21
2	**Referencial teórico**	**22**
2.1	Tecnologias Digitais no Ensino de Matemática	22
2.2	Concepções de Tecnologia	28
3	**Metodologia**	**39**
4	**Resultados da Análise Quantitativa dos 34 artigos**	**45**
5	**Resultados da Análise Qualitativa dos 34 artigos**	**59**
5.1	A Concepção Determinista de Tecnologia no Ensino de Matemática	62
5.2	A Concepção de Neutralidade Tecnológica no Ensino de Matemática	65
5.3	A Concepção Instrumentalista da Tecnologia no Ensino de Matemática	70
5.4	A Concepção Universalista da Tecnologia no Ensino de Matemática	74
5.5	A Concepção Sociossistêmica da Tecnologia no Ensino de Matemática	79
Considerações Finais		**86**
Referências		**88**

Apresentação

Entre 2013 e 2014, no início do curso de graduação em Licenciatura em Matemática na Universidade Estadual do Rio de Janeiro (UERJ), durante uma disciplina sobre Maple – *software* de Matemática utilizado para auxiliar no processo de ensino e aprendizagem de álgebra e geometria – percebi que certos cálculos eram regidos por algoritmos. Essa vivência me gerou a seguinte reflexão: se eu tivesse algum contato prévio com a tecnologia, realizar a disciplina sobre Maple teria sido mais fácil? Essa reflexão me levou a explorar atividades tecnológicas que poderiam potencializar os aspectos cognitivos no processo de ensino e aprendizagem em Matemática.

Ainda na graduação, em 2018, apresentei meu Trabalho de Conclusão de Curso com o título Trigonometria no Triângulo Retângulo e Aplicações no GeoGebra, cujo destaque foi o potencial do *software* GeoGebra para o ensino de conceitos matemáticos de maneira dinâmica e interativa por meio de computadores para estudantes do 9º ano de um colégio particular. Por mais que a experiência da oficina tenha sido positiva, ao final de todo o processo, senti certa inquietude em relação ao uso da tecnologia, como se ainda houvesse algo incompleto.

Para dar continuidade aos meus estudos, em 2020, entrei na Especialização em Educação Matemática do Colégio Pedro II. No curso, participei de uma disciplina em que o GeoGebra[1] era a tecnologia utilizada para a construção dos conceitos matemáticos (atividade que condizia com a minha experiência prévia para com o uso de tecnologias). Porém, em uma conversa com meu orientador na Especialização, Daniel Felipe Neves Martins, ele me deu um "choque" de realidade que me fez lembrar da minha inquietude de mais cedo: e se não houver computador para todos? Embora minhas intenções fossem boas, era preciso encarar a realidade em relação ao acesso às Tecnologias Digitais.

A Base Nacional Comum Curricular afirma que o desenvolvimento de uma

[1] O GeoGebra é um *software* educativo que integra geometria, álgebra, cálculo e estatística. Usado para ensinar e aprender matemática interativa, permite criar construções geométricas, gráficos e resolver equações. É amplamente utilizado em escolas e universidades.

habilidade pode ser feito “com ou sem apoio de Tecnologias Digitais"[2] (BRASIL, 2018, s.p.). Entretanto, a possibilidade de escolha entre “com ou sem apoio de Tecnologias Digitais”[2] só existe se as tecnologias necessárias estiverem disponíveis nos ambientes onde as habilidades serão desenvolvidas, se os professores tiverem formação continuada adequada para utilizá-las e ensiná-las, e se a cultura escolar como um todo compreender as concepções de seu uso e a importância para o futuro dos estudantes.

Meu trabalho de conclusão da Especialização foi fundamentado em referenciais que exploram as Tecnologias Digitais e destacam a ideia de democratização dos computadores, como os estudos de Seymour Papert. Intitulado *Análise de Fluxogramas e Criação de Algoritmos para Estudantes da Educação Básica no Século XXI: Atividades de Contagem que Utilizam o Scratch como Artefato*[3], o trabalho, concluído em 2022, propõe o uso do Scratch como uma Tecnologia Digital alternativa para desenvolver o raciocínio lógico por meio da construção de fluxogramas que possam servir como um guia para a criação de algoritmos por meio de blocos de comando. O foco estava em atividades com abordagens exploratórias que podem apoiar a formação continuada de professores que estejam interessados em aprender uma tecnologia que pode servir para incentivar a alfabetização digital dos estudantes.

Concomitantemente à Especialização, em 2021, me inscrevi no curso de Educação Continuada na Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio). No curso, junto com duas colegas graduadas em Química, exploramos a função exponencial no GeoGebra para modelar a datação do carbono-14 e outros elementos, numa proposta que buscava a interdisciplinaridade e explorava as possibilidades de uso das Tecnologias Digitais no processo de ensino e aprendizagem. A experiência de trabalhar com professoras de outra disciplina durante a pandemia foi enriquecedora, além de permitir a troca de conhecimentos.

Em 2023, ingressei no Curso de Mestrado em Ciência, Tecnologia e Educação, no CEFET-RJ. Ao cursar as disciplinas obrigatórias, conheci a abordagem Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS). A perspectiva CTS destaca a importância da interrelação entre ciência, tecnologia e sociedade, mostrando que não podemos separá-las hoje em

[2] Habilidades da Base Nacional Comum Curricular que sugerem a utilização de tecnologias digitais: EF03MA16; EF03MA28; EF04MA28; EF05MA17; EF05MA18; EF05MA25; EF06MA21; EF06MA27; EF08MA04; EF08MA09; EF09MA05; EM13MAT101; EM13MAT301; EM13MAT302; EM13MAT306; EM13MAT307; EM13MAT309; EM13MAT403; EM13MAT404; EM13MAT505; EM13MAT509.

[3] http://www.cp2.g12.br/blog/propgpec/files/2020/12/GUILHERMEPOLILLOFILHO2022TCC.pdf

dia, como em um Diagrama de Venn[4]. Essa visão integrada despertou meu interesse em explorar temas como responsabilidade social e a democratização do acesso às tecnologias.

Meu orientador, Thiago Brañas de Melo, apresentou a ideia da não-neutralidade da Ciência e Tecnologia, o que motivou minha busca por concepções de ensino e aprendizagem de Matemática que incorporem as Tecnologias Digitais de maneira mais reflexiva. Dessa forma, os estudantes são incentivados a questionar as ideias estabelecidas, promovendo uma educação que valoriza a cidadania e a capacidade de questionamento.

Minha ideia não é revolucionária, mas saber que posso contribuir para o fortalecimento do poder coletivo me permite saciar minhas inquietudes de outrora ou elevá-las a um novo platô.

[4] Representação visual com círculos sobrepostos que mostra as relações entre diferentes conjuntos de elementos. Na abordagem CTS, ele poderia destacar a inter-relação entre ciência, tecnologia e sociedade. Cada círculo representaria um desses campos: ciência, tecnologia e sociedade. As áreas de interseção entre ciência e tecnologia ou entre tecnologia e sociedade indicariam suas relações específicas. No ponto onde os três círculos se encontram, estariam temas que envolvem os três elementos e seus impactos sociais e ambientais.

Introdução

No século XXI, a difusão das Tecnologias Digitais (TDs)[5] no Ensino de Matemática tem se consolidado como uma tendência crescente e relevante. A utilização de *softwares* educativos tornou-se mais comum, fornecendo uma nova maneira de visualizar e entender os conteúdos matemáticos, incentivando o pensamento reflexivo dos estudantes. O Ensino de Matemática evidenciou tendências previamente identificadas como fundamentais para a construção de conceitos matemáticos e introduziu outras como novas direções, incluindo as TDs, com a expectativa de possibilitar o processo de ensino e aprendizagem (Santos *et al.*, 2021).

Saber usar as TDs pode ser um diferencial em situações que exigem uma maior formação tecnológica para atuar em sociedade. O Ensino de Matemática com TD demanda novas competências dos professores de Matemática envolvidos no processo, sejam elas matemáticas ou digitais, além de colocar o professor como um possível promotor de recursos digitais, à medida que ainda se avalia o prazo de propostas de inclusão das TDs nas aulas de Matemática que muitas vezes vão se tornar obsoletas muito rapidamente, enquanto muitos professores ainda estariam se adaptando a outras mudanças tecnológicas (Weigandet, 2024).

Outras pesquisas mostram alguns efeitos na integração das TDs, podendo facilitar, por parte dos estudantes, o protagonismo na elaboração de hipóteses, na experimentação, na busca por respostas e na aprendizagem da TD de maneira integrada ao seu contexto (Scherer; Brito, 2020).

Além disso, as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação Inicial de Professores para a Educação Básica (Brasil, 2019) recomendam o uso competente das TDs para aprimorar a prática pedagógica e ampliar a formação cultural de professores e estudantes, promovendo um desenvolvimento profissional crítico, criativo e inovador.

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) também enfatizou a utilização das TDs para auxiliar no desenvolvimento de competências gerais e específicas no Ensino

[5] De acordo com Lévy (1993), as Tecnologias Digitais são compreendidas como o conjunto de tecnologias que converte qualquer linguagem ou dado em zeros e uns, permitindo a exibição de imagens, sons e textos em dispositivos digitais.

de Matemática (Brasil, 2018) e do Pensamento Computacional (PC)[6] na educação básica, abordando dimensões como o uso seguro e ético do mundo digital, a participação consciente na cultura digital e o desenvolvimento de habilidades críticas e criativas. Essas competências são articuladas com as demais áreas de conhecimento desde a Educação Infantil até o Ensino Médio, com foco em preparar os jovens para a sociedade digital, tanto como consumidores críticos quanto como protagonistas na criação e uso de tecnologias:

> Essa constante transformação ocasionada pelas tecnologias, bem como sua repercussão na forma como as pessoas se comunicam, impacta diretamente no funcionamento da sociedade e, portanto, no mundo do trabalho. A dinamicidade e a fluidez das relações sociais – seja em nível interpessoal, seja em nível planetário – têm impactos na formação das novas gerações. É preciso garantir aos jovens aprendizagens para atuar em uma sociedade em constante mudança, prepará-los para profissões que ainda não existem, para usar tecnologias que ainda não foram inventadas e para resolver problemas que ainda não conhecemos. Certamente, grande parte das futuras profissões envolverá, direta ou indiretamente, computação e tecnologias digitais. (Brasil, 2018, pág. 473).

Segundo o relatório da UNESCO, a pandemia de Covid-19 acelerou a adoção de TDs para garantir a continuidade das aulas durante o isolamento social. Professores e escolas se adaptaram forçosamente ao ensino remoto, utilizando qualquer TD, incluindo *hardware*, *software*, redes e outros sistemas tecnológicos, como computadores, *smartphones*, servidores, redes de internet, inteligência artificial, dentre outros, considerando-os como essenciais em momentos de crise, tendo em vista o alcance de mais de um bilhão de estudantes no globo (Unesco, 2023).

A criação e distribuição de materiais na internet ocorreram com a digitalização de aulas de Matemática. A pandemia levou plataformas como MOOCs[7] a um aumento significativo de usuários, de 300 mil em 2011 para 220 milhões em 2021 (Shah, 2021), e evidenciou a necessidade de desenvolver habilidades técnicas e adequar abordagens pedagógicas que antes não previam o digital como mediador.

---

[6] O pensamento computacional, explicado por Jeannette Wing em 2006, é uma maneira de resolver problemas utilizando conceitos como abstração, decomposição, reconhecimento de padrões e algoritmos, indo além da simples programação. Ele combina habilidades de pensamento lógico e criativo, permitindo analisar desafios em diferentes níveis de abstração e criar soluções que podem ser automatizadas. Aplicável em várias áreas, esse pensamento fortalece a capacidade de resolver problemas complexos, sendo particularmente relevante na educação para desenvolver o raciocínio lógico dos estudantes.

[7] MOOCs (Massive Open On-line Courses) – cursos on-line abertos e massivos – oferecem educação acessível e flexível a um número ilimitado de participantes, promovendo aprendizado autodirigido e colaborativo por meio de plataformas digitais.

No entanto, esse retrato, proveniente de uma transição forçada, também expôs a desigualdade no acesso às TDs, excluindo pelo menos meio bilhão de estudantes, o que representa quase um terço dos estudantes em todo o mundo. A situação foi ainda mais preocupante entre os mais pobres, com 72% deles na zona de exclusão (Unesco, 2023).

Além disso, conforme destacam Bennett *et al*. (2008), ser um *nativo digital* – um jovem que cresceu cercado por tecnologia – não garante proficiência no uso de TDs. Embora familiarizados com a tecnologia, muitos desses jovens enfrentam dificuldades em aspectos mais avançados, como o uso de *software* e *hardware*. Essa visão desafia a crença comum entre educadores de que os jovens possuem conhecimento inato sobre TDs. Ignorar essa realidade pode levar ao descuido no processo educacional, ao assumir que os estudantes já dominam habilidades digitais que ainda precisam ser ensinadas, comprometendo o desenvolvimento dessas competências.

Chrispino (2017) afirma que a relação entre tecnologia e sociedade não se limita a uma via única, em que a tecnologia apenas se aplica à sociedade. A tecnologia não molda a sociedade de maneira linear ou determinista, visto que a sociedade, com seus valores, necessidades e expectativas, também influencia o desenvolvimento e a trajetória da tecnologia. Um exemplo disso é a aplicação da informática, que, apesar de seu potencial transformador, é moldada por fatores sociais como a necessidade de controle sobre o processo de trabalho e a segurança dos trabalhadores, como observado no surgimento da *Declaração de Direitos sobre a Nova Tecnologia*.

O autor ressalta que a influência mútua entre tecnologia e sociedade evidencia a importância de se reconhecer as diversas concepções[8] de tecnologia existentes. Não há um único conceito "correto" de tecnologia (Chrispino, 2017), visto que diferentes perspectivas e contextos sociais moldam a maneira como a tecnologia é entendida e aplicada. É fundamental, portanto, analisar criticamente as diferentes concepções de tecnologia, como a concepção “intelectualista”, que a entende como fruto direto do conhecimento teórico; a “utilitarista”, que a equipara à técnica; aquela que a toma como “sinônimo de ciência”; a “instrumentalista”, que a reduz a uma mera ferramenta; a de “universalidade”, que a coloca como produto, serviço ou artefato aplicável em qualquer contexto; a de “neutralidade”, que a concebe como isenta de valores, limitando-se à

[8] ”Maneira como as pessoas percebem, avaliam e agem em relação a um determinado fenômeno“ (MATOS, 2016).

adequação ou inadequação do uso; a do "determinismo tecnológico", que a considera autônoma e inevitável; a visão "otimista" ou "pessimista", que destaca seus potenciais benefícios ou ameaças; e, por fim, a concepção de "sociossistema", que realça sua dimensão política, econômica e cultural (Veraszto, 2009).

Explorar diferentes concepções de tecnologia no Ensino de Matemática permite que os estudantes desenvolvam uma compreensão crítica e reflexiva sobre suas interações com a sociedade. Defende-se que o uso de TDs nesse contexto vá além da simples transmissão de conteúdos técnicos, integrando análises das dimensões sociais, políticas, culturais, ambientais e éticas das tecnologias. Para alcançar esse propósito, recomenda-se incluir no currículo temas sociais que abordem questões como os impactos da automação, dilemas éticos da inteligência artificial[9], a democratização do acesso à tecnologia e outros tópicos relevantes.

A adoção de uma perspectiva mais social sobre as TDs no Ensino de Matemática pode se dar por diferentes caminhos, como a inserção de módulos curtos sobre questões sociais em práticas já existentes, ou mesmo pela criação de disciplinas específicas que investiguem as relações entre TDs e sociedade. Independente da abordagem, acredita-se que os estudantes devem vivenciar a tecnologia como uma construção social, o que possibilitará que atuem de maneira crítica e consciente em debates e decisões relacionados às aplicações tecnológicas e suas implicações sociais.

Diante desse cenário, emerge a necessidade de compreender criticamente as concepções de tecnologia que fundamentam o uso das Tecnologias Digitais no Ensino de Matemática. Identificar e analisar essas concepções em atividades empíricas publicadas na base SciELO permite revelar as perspectivas teóricas que orientam as práticas pedagógicas e as possíveis contradições entre o discurso e a implementação dessas tecnologias. Nesse sentido, à luz de literaturas, como a de Veraszto (2009), esta pesquisa busca responder à seguinte questão: ***Quais concepções de tecnologia predominam em atividades empíricas de Ensino de Matemática com Tecnologias Digitais, e de que maneira elas evidenciam tensões entre abordagens mais sistêmicas***

[9] Por exemplo, os LLMs (Large Language Models) são modelos de aprendizado de máquina capazes de compreender e gerar texto em linguagem humana. Eles são pré-treinados com grandes conjuntos de dados textuais, o que lhes permite aprender padrões e relações entre palavras e frases. Esses modelos são extremamente versáteis e podem ser adaptados para executar diversas tarefas, como geração de texto, resumo e tradução. Nesse contexto, surgem questões éticas importantes: como fica a noção de autoria e a responsabilidade pelo texto gerado por essa IA?

e mais restritivas no uso dessas tecnologias?

1- Objetivo geral

O objetivo é analisar as concepções de tecnologia descritas por Veraszto (2009) em artigos de atividades empíricas publicados na base SciELO que utilizam Tecnologias Digitais no Ensino de Matemática.

1.1 – Objetivos específicos

- Realizar uma análise bibliométrica dos artigos que utilizam TD em atividades práticas no Ensino de Matemática na base SciELO, identificando padrões de publicação, colaboração entre autores e instituições, frequência de palavras-chave, anos de publicação e autores mais citados.
- Conduzir uma análise qualitativa dos artigos selecionados e tecer relações com as concepções de tecnologia apresentadas por Veraszto (2009), verificando se a abordagem teórica está alinhada à parte prática e identificando elementos sociais, como relações de poder, inclusão digital, impactos éticos, questões de gênero e transformação das práticas pedagógicas.

2- Referencial teórico

Como este trabalho foca na busca e identificação das concepções de tecnologia em trabalhos que usam TDs no Ensino de Matemática, é necessário explorar esses temas de maneira ampla, considerando seu papel no mundo atual. O subtópico 2.1 analisa como as TDs estão transformando o Ensino de Matemática, abordando desafios, oportunidades e algumas ferramentas, como dispositivos móveis, MOOCs e bibliotecas digitais. Também explora pesquisas que destacam aspectos sociais das TDs, como inclusão digital, acesso ao conhecimento e desenvolvimento de habilidades críticas. O subtópico 2.2 discute o impacto das diferentes concepções de tecnologia no processo de ensino e sua compreensão como uma construção social. Isso inclui o entendimento de que a tecnologia não é neutra, pois reflete valores sociais, culturais e políticos, enfatizando a importância de uma abordagem mais sistemática e estrutural que seja capaz de compreender como ela vem sendo adotada e utilizada. Apela-se, portanto, a incorporação de perspectivas CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade) nas abordagens educativas para formar cidadãos críticos e tecnologicamente alfabetizados.

2.1 – Tecnologias Digitais no Ensino de Matemática

O uso das TDs no Ensino de Matemática tem apresentado desafios e possibilidades de mudanças no processo educacional, oferecendo alternativas para o acesso ao conhecimento e promovendo novas maneiras de ensino e aprendizagem. No entanto, a implementação dessas tecnologias nem sempre resulta em um ensino mais dinâmico ou flexível, refletindo um processo de adaptação que não é linear e pode enfrentar retrocessos nas tentativas de inclusão digital, inclusive desigualdades sociais. Por isso, busca-se pesquisa acerca do tema que elucide melhor a situação atual.

Borba *et al.* (2016), ao realizarem um estudo sobre o "estado da arte", afirmam que a pesquisa sobre TDs no Ensino de Matemática identificou cinco subáreas principais de desenvolvimento: tecnologias móveis, MOOCs, bibliotecas digitais e

objetos de aprendizagem, aprendizagem colaborativa com TD e formação de professores utilizando o ensino híbrido.

As tecnologias móveis destacam-se pela portabilidade e aceitação entre jovens, expandindo o Ensino de Matemática além da sala de aula. Borba *et al.* (2015) mencionam, como exemplo, a utilização de jogos de localização para explorar conceitos matemáticos (Wijers *et al*. apud Borba, 2015). Segundo os autores, há também estudos que analisam percepções de professores e estudantes (Holubz, 2015 apud Borba, 2015) e a integração de dispositivos na formação docente para aprender conceitos matemáticos (Crompton, 2015 apud Borba, 2015).

Os MOOCs possuem a vantagem de oferecer acesso gratuito ao conhecimento, sem limites de matrículas. Esses cursos são caracterizados por objetivos de aprendizagem claros, conteúdo multimídia e a capacidade de acomodar um número ilimitado de participantes. Em contextos educacionais, os MOOCs facilitam experiências de aprendizagem colaborativa por meio de espaços sociais virtuais, permitindo a troca de ideias e feedback construtivo. Uma iniciativa na Costa Rica ilustra como os MOOCs podem ser adaptados para apoiar a implantação de novos currículos, enfatizando tarefas de pensamento crítico e a resolução de problemas reais com TDs. Esse modelo de ensino é flexível e incentiva uma rede de aprendizado que busca acessibilidade universal. Segundo os autores, a ação de desenvolvimento profissional docente ocorre em formato MOOC, apoiada pelos mini-vídeos da *Unidad Virtual de Aprendizaje* (UVA) como recurso complementar para implementar o novo currículo de Matemática (Borba *et al*., 2016).

Além dos MOOCs, o estudo enfatiza a importância das bibliotecas digitais[10] e do *design* de objetos de aprendizagem[11] como componentes essenciais para o Ensino de Matemática na contemporaneidade. As bibliotecas digitais organizam recursos de aprendizagem de maneira acessível, interoperável e reutilizável, proporcionando um acesso mais fácil a materiais de qualidade. Exemplos notáveis incluem plataformas

[10] plataformas *online* que organizam, armazenam e disponibilizam recursos educacionais, como livros, artigos, vídeos e materiais interativos, permitindo acesso fácil e gratuito ao conhecimento, promovendo a aprendizagem autônoma e colaborativa em diversos contextos educacionais.

[11] criação e desenvolvimento de recursos educacionais digitais, como vídeos, animações e exercícios interativos, planejados para ensinar conceitos específicos de maneira eficaz, adaptando conteúdo às necessidades dos estudantes e promovendo o aprendizado significativo.

como MERLOT[12], Khan Academy[13] e What will you do in Math Today?[14], que oferecem uma ampla gama de recursos educacionais gratuitos, permitindo que estudantes busquem conhecimento de maneira independente. A eficácia dessas bibliotecas digitais depende da qualidade e usabilidade dos objetos. Pesquisas atuais focam em assegurar a qualidade, personalização e integração de tecnologias móveis nesses recursos, facilitando a compreensão conceitual dos estudantes e promovendo um aprendizado mais significativo e engajador (Borba *et al.*, 2016).

A aprendizagem colaborativa com TD facilita a interação entre estudantes, promovendo um aprendizado dinâmico. Diversas plataformas têm a funcionalidade de organizar recursos *online*. Harding e Engelbrecht (2015) argumentam que essas plataformas integram TD, comunicação e colaboração, transformando a dinâmica do Ensino de Matemática. Além disso, o uso de mídias sociais e aplicativos móveis para atividades colaborativas também é uma estratégia utilizada para promover maior envolvimento dos estudantes na compreensão de conceitos matemáticos.

E, por fim, a formação de professores utilizando ensino híbrido combina experiências *online* e presenciais, oferecendo flexibilidade e desenvolvimento contínuo. Esse modelo permite que os professores revisitem e aprofundem conceitos e práticas pedagógicas fora do ambiente de sala de aula tradicional.

A formação híbrida também facilita a atualização constante dos materiais de ensino e a adaptação às necessidades emergentes dos estudantes. Recursos online, como vídeos de instrução e módulos de aprendizagem, podem ser compartilhados e acessados a qualquer momento, promovendo um ambiente de aprendizagem mais inclusivo e personalizado. Além disso, essa abordagem oferece aos professores a oportunidade de colaborar com colegas e especialistas, enriquecendo suas práticas pedagógicas e melhorando o Ensino de Matemática (Borba *et al.*, 2016).

---

[12] biblioteca digital que oferece recursos educacionais gratuitos e revisados por pares, abrangendo diversas disciplinas. Promove o acesso a materiais de qualidade e apoio ao ensino e aprendizagem. Disponível em: https://www.merlot.org/merlot/. Acesso em: 15 maio 2025.

[13] plataforma educacional gratuita que oferece vídeos, exercícios interativos e avaliações em diversas disciplinas, incluindo Matemática. Com uma abordagem personalizada, permite que estudantes aprendam no próprio ritmo, promovendo autonomia e aprendizado contínuo. Disponível em: https://www.khanacademy.org/. Acesso em: 15 maio 2025.

[14] repositório de recursos matemáticos interativos, voltado para incentivar o pensamento crítico e a resolução de problemas. Oferece atividades práticas que ajudam estudantes a explorar conceitos matemáticos de maneira significativa. Disponível em: https://themathletes.wordpress.com/. Acesso em: 15 maio 2025.

Cursos como o *Math-for-Teachers* no Canadá integram atividades online com encontros presenciais, proporcionando um espaço para a reflexão e o aprofundamento dos conhecimentos matemáticos (Borba; Gadanidis, 2008); da mesma forma, um curso semipresencial da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) combinou encontros presenciais em escolas públicas com atividades no Ambiente Virtual de Ensino e Aprendizagem (Moodle), focando na abordagem CTS. Esse modelo permitiu reflexões sobre práticas pedagógicas e tecnologias digitais, ainda que desafios de engajamento *online* tenham sido observados (Lacerda; Sepel, 2024).

No contexto internacional, um curso de formação continuada para professores de Matemática em Portugal utilizou tarefas investigativas e o conceito de vetor para promover conexões matemáticas, alternando momentos presenciais para discussões e etapas virtuais para desenvolvimento de propostas metodológicas, o que incentivou a autonomia docente (Assemany, 2024).

Já em políticas públicas, a Educação Híbrida tem sido vinculada à modalidade semipresencial em cursos superiores, com documentos normativos discutindo a integração de metodologias ativas e ambientes virtuais, ainda que lacunas regulatórias persistam (Brasil, 2017). Essas iniciativas reforçam a tendência global de combinar plataformas digitais com interações presenciais, alinhando-se à demanda por flexibilidade e personalização na formação docente.

Contudo, embora essas políticas representem avanços na estruturação do ensino híbrido, Teixeira e Filho (2023) alertam para uma escassez crítica de pesquisas que analisem sua implementação e impactos. A partir de um balanço de produção realizado nas plataformas SciELO e CAPES (2019-2023), identificaram que, dos 24 artigos sobre ensino híbrido na SciELO, apenas 2 mencionavam políticas públicas, nenhum especificamente na educação superior. No Banco de Teses da CAPES, dos 165 trabalhos analisados, somente 2 abordavam políticas públicas, sem relação direta com o ensino semipresencial universitário.

Essa lacuna acadêmica, conforme apontam os autores, pode levar à desconexão entre as diretrizes legais e a realidade institucional, com riscos como a burocratização excessiva e a falta de critérios claros para avaliação de eficácia. A carência de investigações nesse campo limita a compreensão sobre como as políticas podem ser aprimoradas para garantir equidade e qualidade no ensino híbrido, especialmente em

contextos de diversidade socioeconômica.

Autores como Meredyk *et al.* (2022) destacam o uso das TDs como uma maneira positiva de contribuir com o aprimoramento do saber tecnológico. Esta visão é evidenciada pelo uso de aplicativos educacionais móveis desenvolvidos pelos participantes durante um curso de formação promovido pelos autores. Eles aplicaram conceitos teóricos de geometria e programação no desenvolvimento de aplicativos desenhados para serem utilizados em ambientes educacionais. Essa integração mostra como a teoria se relaciona com as decisões práticas durante o desenvolvimento dos aplicativos, o que reflete uma abordagem pedagógica valorativa, que dialoga com os saberes tecnológicos disciplinares e curriculares.

> Os grupos tiveram liberdade para escolher o tipo do aplicativo a ser construído, alguns optaram por programar um jogo outros um aplicativo com conceitos ou voltado para apresentar o resultado de um cálculo. O objetivo era programarem um aplicativo que pudesse ser usado no ambiente escolar e que fosse voltado para o ensino da Geometria. (Meredyk *et al.*, 2022, pág. 14).

Vale mencionar a ênfase que os autores deram ao papel do professor como pesquisador durante suas práticas, baseando-se em Tardif (2018). Segundo esse autor, o saber docente possui uma dimensão social, legitimado por instituições e atores que organizam e regulam seu significado, como universidades, administrações escolares e o Ministério da Educação. Nesse contexto, o conhecimento docente emerge de processos coletivos e negociações sociais, transcendendo aspectos puramente cognitivos ou epistemológicos para se configurar como uma questão social. O que o professor sabe ou deve saber está intimamente relacionado ao que a sociedade reconhece e valida como saber significativo (Tardif, 2018).

Esse entendimento social do saber docente é evidente na prática relatada pelos participantes do curso de formação. Por exemplo, um grupo da pesquisa de Meredyk *et al.* (2022) desenvolveu o aplicativo intitulado Retângulos, tendo como seu maior desafio o domínio da linguagem de programação. Com o apoio mútuo e a colaboração da professora pesquisadora, os membros superaram os obstáculos, criando um aplicativo que incorporou funcionalidades inovadoras, como a inserção de uma página da web (Meredyk *et al.*, 2022, pág. 16-17).

Essa experiência ilustra como a construção coletiva de soluções promove o desenvolvimento de diferentes tipos de saberes, respeitando a pluralidade e as

estratégias individuais.

A perspectiva de Tardif (2018) também reforça que os saberes dos professores têm suas raízes em construções sociais, sujeitas a transformações históricas e culturais. Nesse sentido, o que é considerado verdadeiro ou útil na pedagogia muda ao longo do tempo, dependendo das dinâmicas sociais, culturais e políticas de uma sociedade. Esse caráter dinâmico e plural dos saberes foi essencial para que os envolvidos no curso lidassem com as dificuldades e alcançassem resultados criativos durante o desenvolvimento dos aplicativos.

O saber tecnológico experiencial aparece de maneira clara em relatos como o de um participante que afirmou: “o curso motivou a utilizar os celulares em sala, só que eu imagino que o uso deve ser bem pensado, para que se atinja os conhecimentos matemáticos” (Meredyk *et al.*, 2022, pág. 18). A percepção relatada reflete como a prática de criar e aplicar TD na educação pode influenciar a gestão de classe e a prática docente, conectando saberes teóricos e práticos em uma experiência significativa.

Em uma abordagem mais reflexiva, Geraldo e Penteado (2010) destacam que a integração das TDs ao Ensino de Matemática precisa ir além da simples substituição de artefatos tecnológicos, ela deve representar um avanço no paradigma educacional. Os autores identificaram que o uso de TDs em atividades investigativas, já conhecidas no Ensino de Matemática (Ponte *et al.*, 2003), promove o engajamento de estudantes que antes resistiam às práticas convencionais em sala de aula. Esse processo demonstra o potencial transformador das TDs quando integradas a uma abordagem pedagógica motivadora, que não reforça a passividade dos estudantes no processo de ensino e aprendizagem de Matemática.

Os autores ainda sublinham importantes contribuições ao campo do Ensino de Matemática, referindo-se a estudos sobre o uso da informática (Borba; Penteado, 2002), a aplicação de *softwares* de geometria dinâmica e a implementação de atividades investigativas (Lourenço, 2000), estabelecendo uma base teórica sólida para as práticas adotadas no projeto.

A partir da leitura e análise de outras pesquisas que utilizam TDs, é possível notar o foco na integração do Pensamento Computacional (PC) com o Ensino de Matemática e a inovação tecnológica. Vale ressaltar, inclusive, que o desenvolvimento do PC na Educação Básica, na última reforma curricular brasileira, foi atribuído às aulas

de Matemática (Brasil, 2018).

Alguns autores também destacam sua importância na criatividade e na reflexão crítica na formação de educadores e estudantes. Azevedo e Maltempi (2022) investigam a incorporação do PC na formação Matemática por meio da criação de jogos digitais e dispositivos robóticos para tratar a doença de Parkinson. A relação entre teoria e prática é evidenciada pela aplicação de conceitos teóricos em contextos educacionais e terapêuticos. A prática educacional, baseada em metodologias ativas e criativas, como a aprendizagem mão-na-massa e o uso de exergames (jogos que combinam entretenimento com atividade física), exemplifica a implementação de teorias como o Construcionismo[15] e o PC em cenários reais. Os resultados mostram que essas abordagens enriquecem o aprendizado matemático e computacional, promovendo inclusão, inovação e bem-estar dos participantes, especialmente na formação continuada de professores (Maltempi, 2020).

De modo semelhante, porém não especificamente no contexto do Ensino de Matemática, Valente e Burd (2019) investigam como educadores inovadores se desenvolvem com base nos princípios do Construcionismo de Seymour Papert (2008). Um exemplo citado por Valente e Burd (2019) é o projeto de fotografia de Ellen Regina Romero Barbosa, que utilizou a fotografia para construir identidade em comunidades remotas de ex-escravizados. As crianças capturam imagens de seu cotidiano, explorando e documentando sua cultura e história. Esse projeto, revelado em um desafio chamado *Aprendizado Criativo Brasil* utiliza a ferramenta fotografia para reflexão e discussão, promovendo aprendizagem contextualizada e mediada pelos objetos.

Barbosa e Maltempi (2020), por sua vez, discutem as potencialidades e desafios de articular o PC, Matemática e as diretrizes da BNCC na formação inicial de professores. A BNCC estabelece diretrizes para o desenvolvimento do PC na Educação Básica, integrando habilidades desde a Educação Infantil até o Ensino Médio. Essas diretrizes incluem a decomposição, reconhecimento de padrões, abstração e criação de algoritmos. Na Educação Infantil e anos iniciais do Ensino Fundamental, são propostas

[15] O construcionismo, proposto por Seymour Papert, foi expandido a partir do construtivismo de Piaget, com foco no aprendizado ativo dos estudantes por meio de projetos concretos. A linguagem de programação Logo foi desenvolvida para facilitar esse processo, tornando a programação acessível às crianças. Os 4Ps do Construcionismo – Projects, Passion, Peers, and Play – servem como pilares dessa abordagem. Eles destacam a importância de projetos (Projects) que envolvem interesse genuíno (Passion), promovem colaboração (Peers) e utilizam a brincadeira (Play) como ferramenta de aprendizado, o que pode favorecer a criatividade e a resolução de problemas. (Massa, 2022)

atividades iniciais desplugadas, focando em resolução de problemas e identificação de padrões sem TDs. Já nos anos finais do Fundamental e no Ensino Médio, o uso de TDs se intensifica com propostas de projetos com programação. Além disso, a BNCC incentiva a interdisciplinaridade, promovendo a integração entre diferentes áreas do conhecimento e o uso de TDs, com o objetivo de preparar os estudantes de maneira mais completa para os desafios e oportunidades de um mundo cada vez mais digital e conectado.

Diante dos desafios e oportunidades apresentados pelas TDs no Ensino de Matemática, a implementação delas demanda uma análise crítica. Vale ressaltar que a integração de TDs não garante, por si só, uma melhoria no Ensino de Matemática ou na formação dos professores. A complexidade do processo de inclusão digital, as possíveis mudanças no processo de aprendizagem e a necessidade de suporte contínuo sublinham a necessidade de uma abordagem cautelosa. Portanto, ao considerar o uso das TDs, é fundamental reconhecer tanto suas limitações quanto suas potencialidades, promovendo uma adaptação constante aos diferentes contextos educacionais e sociais. O próximo tópico explorará as concepções de tecnologia, ampliando a reflexão sobre como elas influenciam o ensino e a sociedade e como elas são inerentemente construções sociais.

2.2 – Concepções de Tecnologia

Do tópico anterior, nota-se que a adoção de TD na educação vai além de seu uso pedagógico em disciplinas específicas e visa preparar os estudantes de forma ampla para enfrentar os desafios de um mundo em constante desenvolvimento tecnológico. Nesse contexto, é necessário refletir como essas tecnologias moldam a sociedade e os processos educativos, o que mostra a necessidade de sua integração e uso mais consciente. Preparar os estudantes para o futuro requer tanto o domínio técnico quanto a compreensão crítica e reflexiva sobre o impacto das TDs e outras tecnologias nos contextos sociais e na vida cotidiana de cada indivíduo.

Veraszto *et al.* (2013) realizaram uma pesquisa que explorou as concepções sobre tecnologia e suas implicações educacionais. Os resultados indicaram que a visão

dos estudantes sobre a tecnologia é, em geral, “clássica” (pág. 770), “limitada e ultrapassada” (pág. 773), marcada pela confusão entre ciência e tecnologia e pela falta da criticidade. Com isso, eles tendem a ver a tecnologia como uma aplicação direta da ciência, como ferramentas, instrumentos ou artefatos para resolver tarefas e como algo cujo impacto é determinado apenas por seu uso, ignorando as complexidades sociais, políticas e econômicas que se relacionam com o seu desenvolvimento e aplicação.

Essas concepções simplistas refletem em ambiguidades e variações nas definições de tecnologia presentes na mídia, na academia e nos documentos oficiais. Neste contexto, os autores sugerem que:

> (...) é fundamental que tanto professores, como gestores educacionais conheçam as concepções dos estudantes para, a partir de então, direcionar atividades de ensino ou elaboração de planos curriculares capazes de formar um cidadão tecnologicamente crítico e participante.
> (...) como sugestão para futuras políticas públicas de educação, fica a ideia de que a gestão de processos educativos possa, antes de tudo, levantar e explicitar o conhecimento dos estudantes antes do desenvolvimento e aplicação de atividades educativas.
> Ao se pensar em estratégias educacionais, também é importante considerar que, quando se constata que um termo tão amplamente utilizado carece de consenso, é importante se pensar em estratégias capazes de desencadear processos de desequilíbrios cognitivos, através do questionamento dessas concepções e/ou da colocação de problemas que exijam a tomada de decisões, numa perspectiva de simulação, em sala de aula, de situações reais, que sejam capazes de fomentar debates e discussões entre os estudantes. (Veraszto *et al.*, 2013, pág. 772).

Silva (2021) identificou concepções de tecnologia presentes na produção acadêmica da área de educação e tecnologia. O estudo mostrou que essas concepções, que variam entre a tecnologia como ferramenta, regra e sistema/ecologia, influenciam significativamente as abordagens teóricas e práticas adotadas nos trabalhos analisados. Os resultados revelaram que a maioria dos estudos ainda trata a tecnologia principalmente como uma ferramenta, o que limita uma visão mais crítica e abrangente do seu papel na educação. A autora sugere a necessidade de integrar teoria e prática, promovendo uma reflexão crítica sobre o uso das tecnologias e sua implicação nas práticas pedagógicas, a fim de superar uma visão instrumental e considerar a complexidade dos contextos educativos.

Outras pesquisas, como as de Lima e Dantas (2021) e de Oliveira, Guimarães e Lorenzetti (2016), reconhecem que a tecnologia não deve ser vista apenas como uma aplicação neutra da ciência ou como simples artefatos técnicos, mas também como um processo de construção social e cultural, pois a tecnologia está intrinsecamente ligada ao

contexto em que se insere, influenciando e sendo influenciada por ele. Segundo os autores:

> Ela não é um objeto neutro, apresenta-se como um elemento de dimensão também interdisciplinar que modificou o nosso modo de vida desde a pré-história. (...) Indo além, ela possui conhecimentos específicos. (...) É natural fazermos uma ligação intuitiva da tecnologia a artefatos. Entretanto, caso reflitamos melhor nessa dimensão, todos os objetos/materiais produzidos pelo homem são um tipo de tecnologia (...) (Lima; Dantas, 2021, pág. 75-76).

Os autores ainda compartilham a perspectiva de que a educação baseada na abordagem CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade) é essencial para promover uma visão mais ampla e crítica da integração da tecnologia. Um exemplo disso é a defesa da incorporação dessa visão crítica na formação de professores da Educação Básica, que deve se concentrar em desenvolver o pensamento dos estudantes para que eles possam entender e questionar o papel da tecnologia em suas vidas e na sociedade. Além disso, argumentam que um dos desafios na implementação da educação CTS é justamente a componente "T" (de tecnologia), que muitas vezes é tratada de maneira superficial, sendo reduzida a um plano secundário em abordagens educacionais, o que acaba por limitar a compreensão crítica dos estudantes sobre seu verdadeiro impacto social.

A partir da pesquisa de Veraszto (2012), é possível afirmar que a evolução tecnológica está alinhada à ideia de extensão da capacidade humana de modificar o ambiente. Este ponto de vista é de extrema valia para os processos socioeducativos e vai ao encontro da ideia de que:

> (...) os seres humanos têm constantemente alterado o ambiente, exigindo o design e o desenvolvimento de novas tecnologias e estas, por sua vez, acabam por modificar o homem, suas atitudes e a sociedade como um todo. (Veraszto, 2012, pág. 39, tradução nossa).

O trecho anterior ressalta a interação contínua entre humanos, tecnologia e sociedade, sublinhando a importância da tecnologia como um meio de transformação e adaptação. Este entendimento é complementado pelas análises de Carl Mitcham, que, em seu texto *Thinking Through Technology: the path between engineering and philosophy*, apresenta a tecnologia como um fenômeno dual, sendo ao mesmo tempo um artefato e uma expressão humana. Mitcham (1994) destaca a importância da volição – ato de vontade – como uma peça fundamental na educação de design e tecnologia, o que destaca a importância em encorajar os professores e estudantes a não pensarem apenas no que a tecnologia faz, mas também sobre o que ela significa e poderia

significar no futuro:

> A tecnologia está centralmente envolvida com o humano. Como tal, deve ser considerada em relação aos aspectos essenciais de uma antropologia filosófica - com diferenças traçadas entre suas manifestações na mente, através de atividades corporais, e como objetos independentes que ocupam seu lugar no mundo físico e social. (Mitcham, 1994, pág. 159, tradução nossa).

O autor revela um significado mais profundo sobre a relação entre tecnologia e humanidade, sugerindo que a tecnologia não pode ser compreendida isoladamente, mas sim como uma entidade que possui raízes instauradas na experiência humana. O autor propõe que a tecnologia seja examinada através das lentes da antropologia filosófica, o que significa considerá-la em relação aos elementos fundamentais do ser humano, incluindo o modo como a tecnologia emerge em nossos processos mentais – como concebemos e imaginamos novas ferramentas e sistemas. Manifesta-se através de nossas atividades corporais – a maneira pela qual interagimos fisicamente com a tecnologia, moldando-a e sendo moldados por ela. E, finalmente, como ela existe como objetos independentes no mundo – os artefatos tecnológicos que ocupam espaço em nossas sociedades e influenciam a maneira como vivemos e nos relacionamos uns com os outros.

Borba, Almeida e Chiari (2015) exploram a interação entre teoria e prática no uso de TD no Ensino de Matemática, focando em como estas podem moldar a aprendizagem. Os autores destacam que a pesquisa em Ensino de Matemática surge da necessidade de compreender problemas de ensino e aprendizagem, alinhando-se às considerações de Mitcham sobre tecnologia. Os autores ainda defendem que a pesquisa em Ensino de Matemática pode não ter aplicação direta, mas pode expandir a compreensão do uso de tecnologias no ensino, exemplificando essa ideia, os autores reforçam:

> Identificamos dois tipos de relação entre teoria e prática, o primeiro no qual os autores, a partir de algumas atividades realizadas, teorizavam seus resultados e o segundo em que os autores, pautando-se em resultados de pesquisa, realizavam intervenções em sala de aula ou em outros ambientes educacionais. (Borba; Almeida; Chiari, 2015, pág. 1115).

Cupani (2016), em seu livro *Filosofia da Tecnologia: um convite*, afirma que a tecnologia é uma realidade complexa e com várias dimensões, que vai além de uma mera coleção de objetos ou sistemas. O autor destaca que a tecnologia inclui processos, modos de proceder e uma mentalidade específica, envolvendo aspectos ontológicos,

epistemológicos, éticos e estéticos. Além disso, ressalta a importância de compreender a tecnologia em sua totalidade, visto que ela está profundamente enraizada em nosso cotidiano e molda nossa sociedade de maneiras significativas. Ainda, segundo o autor:

> (...) o fazer que a técnica (ou a tecnologia) implica é um produzir socialmente moldado. Quero dizer que, embora possamos pensar na produção técnica como obra do ser humano enquanto indivíduo (ao imaginarmos alguém fabricando ou usando um instrumento, por exemplo), na verdade ela existe como dimensão constitutiva tanto do caráter natural quanto do caráter social do ser humano. O homem produz e usa artefatos como manifestação de sua vida em sociedade. Isso implica que a maneira de produzir e servir-se dos artefatos depende, obviamente, do tipo de sociedade em que tais atividades ocorrem. (Cupani, 2016, pág. 15).

Como forma de organizar as concepções de tecnologia, esta pesquisa se apropria das categorias propostas por Veraszto e colaboradores (2009), de forma a ampliar a análise sobre o uso das TDs no Ensino de Matemática. São essas as concepções:

1. **Intelectualista:** tecnologia é entendida como um conhecimento prático, originado do desenvolvimento progressivo e acumulativo do conhecimento teórico científico. Desde o final do século XIX, ela é vista como derivada direta da ciência, em que teorias objetivas e racionais, desprovidas de valores externos, explicam o mundo natural e, em alguns casos, podem ser aplicadas para desenvolver tecnologias. Nessa concepção, embora a ciência e a tecnologia caminhem em paralelo, e interajam em diversas ocasiões, cada uma pode seguir um percurso mais independente, sem uma hierarquia definida entre elas. Historicamente, a tecnologia tem sido considerada subordinada à ciência, frequentemente vista como uma aplicação prática do conhecimento científico para transformar matérias-primas em produtos utilizáveis, relegando-a a um *status* menos prestigiado em comparação à ciência, que é percebida como um campo de saber superior e mais estruturado (cientificismo[16]). Por exemplo, as teorias dos semicondutores e eletroquímica para baterias permitiram criar baterias de íons de lítio, que são mais leves e têm uma capacidade de armazenamento de energia muito maior do que as tecnologias anteriores. Essas teorias resultaram de um entendimento de como os materiais interagem em nível

[16] visão que considera o método científico como única forma válida de conhecimento, ignorando contextos sociais, valores éticos e outras formas de saber (arte, filosofia). Caracteriza-se pela dogmatização da ciência, reduzindo realidades complexas a dados quantificáveis e legitimando hierarquias de poder sob a aparência de neutralidade (Crochíc; Massola, 2015).

atômico e molecular, o que permitiu a criação de baterias que são mais eficientes, duráveis e compactas.

2. **Utilitarista:** tecnologia é entendida como uma extensão da técnica, voltada para a eficiência e utilidade prática, sem depender necessariamente de teorias científicas. Essa perspectiva mostra que tanto a tecnologia quanto a técnica surgem de habilidades e competências criadas para "melhorar a vida cotidiana". No entanto, com as mudanças civilizatórias, a tecnologia começou a incorporar uma fundamentação lógica, diferenciando-se da técnica, embora o senso comum ainda as confunda. Por exemplo, ao se referir a smartphones e computadores, muitas pessoas focam na capacidade e desempenho do dispositivo (técnica), mas a verdadeira tecnologia abrange também o conhecimento e os processos envolvidos em sua criação, disseminação e evolução.
3. **Sinônimo de Ciência:** tecnologia é associada e compreendida através dos princípios e métodos da ciência natural e da Matemática, destacando uma abordagem lógica e sistemática em sua produção e concepção. Um exemplo prático é visto na biotecnologia, na qual métodos da Biologia, Química e Bioquímica são utilizados para modificar geneticamente compostos orgânicos com o objetivo de melhorar ou alterar suas características de maneira controlada e previsível por meio de um computador. Como técnica conhecida pode-se citar a CRISPR[17] (vencedora do Nobel de Química).
4. **Instrumentalista ou artefatual:** considerada como a visão predominante, resume a tecnologia a meras ferramentas ou artefatos utilizados para diversas tarefas, uma ideia que não distingue os instrumentos primitivos dos modernos dispositivos tecnológicos. No entanto, essa perspectiva resulta em equívocos, como acreditar que para compreender a tecnologia basta saber operar equipamentos e dominar jargões, desconsiderando a profundidade e o verdadeiro impacto tecnológico na sociedade. Essa superficialidade se reflete no consumo de novas tecnologias, onde a compra do dispositivo mais recente se associa mais ao "status" entre pares do que à utilidade real. Exemplos claros disso podem ser observados no lançamento de novos celulares, que atraem consumidores que se

[17] Método de edição genética que permite aos cientistas alterar, adicionar ou remover partes específicas do DNA de organismos vivos com alta precisão. É amplamente usado em pesquisa biomédica, agricultura, e potencialmente em terapias genéticas para tratar doenças.

apressam em adquirir o novo modelo, muitas vezes motivados por pequenas atualizações ou pelo "prestígio" do produto, sem necessidade real ou compreensão das melhorias tecnológicas. Esse comportamento evidencia como a relação entre tecnologia e status está profundamente enraizada na sociedade.

5. **Neutralidade tecnológica:** a tecnologia e a ciência, embora muitas vezes consideradas neutras, na realidade refletem os valores, interesses e intenções dos indivíduos e sistemas que as criam e utilizam, desafiando a concepção comum de sua imparcialidade. Desde o Iluminismo e o movimento positivista, a ciência foi desvinculada de valores e concentrada na razão e na experiência, rejeitando conceitos valorativos como perfeição e desejo. Contudo, ao olharmos para a aplicação e concepção da tecnologia, percebemos que essas não são neutras e carregam consigo a carga dos interesses políticos, sociais e econômicos. A crença na neutralidade científica e tecnológica permite que apenas especialistas definam o que é considerado correto, restringindo a participação democrática no debate e na inovação tecnológica. Um exemplo, fornecido por Veraszto (2009), é o caso das pontes de Long Island, projetadas por Robert Moses para impedir que ônibus transportando populações mais pobres e negras acessassem certas áreas, demonstrando como decisões técnicas podem ser profundamente políticas e excludentes.
6. **Determinista:** concepção de que a tecnologia é autônoma e evolui por uma lógica própria, desvinculada do controle humano. É uma visão contestada e desafiada por argumentos que destacam a interação entre tecnologia e sociedade. Embora a tecnologia possa parecer seguir um percurso próprio, sua direção e aplicação são influenciadas por escolhas humanas, que são moldadas, novamente, por um conjunto de interesses sociais, políticos e econômicos. Essa interação entre a escolha tecnológica e os interesses humanos é fundamental para entendermos que a tecnologia não é um agente independente, mas um produto de decisões humanas, cujo impacto na sociedade é moderado por esses mesmos interesses. Um exemplo que demonstra essa dinâmica é a criação e o uso controverso da inteligência artificial na vigilância dos cidadãos. Enquanto os desenvolvedores podem não prever todas as consequências do uso de suas invenções, a adoção da tecnologia de vigilância por IA reflete decisões e valores

específicos, o que resulta em debates sobre privacidade e ética na sociedade moderna. Uma pesquisa conduzida por Buolamwini e Gebru (2018) revelou as discrepâncias na precisão de três sistemas de reconhecimento facial comerciais ao determinar o gênero a partir das características faciais dos indivíduos. O estudo destacou que as mulheres de pele mais escura foram as mais frequentemente mal classificadas, com taxas de erro alcançando até 34,7%. Por outro lado, a taxa de erro máxima para homens de pele mais clara foi de apenas 0,8%. Essas disparidades significativas na precisão da classificação entre diferentes tons de pele e gênero revelam a necessidade de empresas comerciais focarem na construção de algoritmos de análise facial que sejam treinados com uma base diversa de dados (imagens).

7. **Universalidade:** concepção que apresenta a tecnologia como um fenômeno universal, capaz de surgir em qualquer lugar e ser aplicável em qualquer contexto sem necessidade de adaptação. Esse conceito se baseia na neutralidade da tecnologia, derivada de leis científicas universais, que pressupõe que os resultados tecnológicos são igualmente eficazes em qualquer ambiente, independentemente de diferenças culturais, políticas, sociais ou econômicas. Um exemplo dessa aplicação pode ser observado na transição para carros elétricos em alguns locais do globo. Enquanto a maioria dos países adota essa tecnologia para diminuir a emissão de poluentes, o Brasil, devido ao seu desenvolvimento em biocombustíveis, pode não necessitar aderir à mesma estratégia. Esse cenário demonstra como as soluções tecnológicas podem ser diferentes em contextos diversos. A escolha de tecnologias é influenciada pela disponibilidade de alternativas viáveis, no caso, os biocombustíveis no Brasil oferecem uma opção ambientalmente mais sustentável sem exigir uma mudança completa para o design de veículos elétricos.
8. **Pessimista:** técnica e a tecnologia são vistas como fenômenos modernos que, apesar de propiciar progresso tecnológico, são vistos mais como fontes de problemas significativos para a humanidade, incluindo a ampliação das desigualdades sociais e a possível destruição do planeta. A crítica é sustentada pela ideia de que o avanço tecnológico contribui tanto para a concentração de poder e riqueza quanto para a possível extinção da vida na Terra. Um exemplo é

a crise ambiental causada pelo uso desenfreado de tecnologias que degradam o ambiente, como a emissão excessiva de poluentes por indústrias de alta tecnologia, o que contribui para mudanças climáticas a nível global. Estudos[18] apontam que o Bitcoin consome aproximadamente 175,90 terawatt-horas por ano, uma quantidade de energia comparável à consumida anualmente por países inteiros como a Argentina. Este alto consumo está associado à emissão de uma quantidade significativa de carbono, o que impacta mudanças climáticas a nível global.

9. **Otimista:** enxerga a tecnologia como um agente catalisador para o progresso e o bem-estar social, uma noção que remonta às ideias de Francis Bacon sobre o uso da ciência para dominar e melhorar a vida humana. Com o tempo, esse conceito evoluiu para incluir a sustentabilidade, sugerindo que o desenvolvimento tecnológico pode ocorrer sem prejudicar o ambiente ou comprometer o futuro do planeta. Hoje, muitos argumentam que a tecnologia pode solucionar desafios ambientais, sociais e materiais de maneira sustentável. Por exemplo, o uso da energia solar oferece uma alternativa limpa e renovável em comparação aos combustíveis fósseis e demonstra como a inovação tecnológica pode promover um desenvolvimento que respeita os limites ecológicos do planeta, enquanto atende às necessidades energéticas da sociedade. A concepção está vinculada ao fato de muitas pessoas acharem que tudo o que é tecnológico é bom, como se a tecnologia fosse uma panaceia. Essa é uma visão ingênua, visto que pode aumentar os riscos envolvidos em um processo no qual se espera apenas o lado "bom" da tecnologia, sem pensar em suas adversidades, como os grupos de interesse envolvidos em sua criação e suas relações de poder para com o restante da sociedade.
10. **Sociossistema:** considera que a tecnologia evoluiu além de sua caracterização meramente instrumental, sendo vista como um processo integrado que abrange aspectos técnicos, organizacionais e culturais. Essa concepção considera a tecnologia como um modelo de organização social, cujo desenvolvimento está intrinsecamente ligado aos diferentes grupos sociais e ao contexto econômico e

[18] Cambridge Blockchain Network Sustainability Index: CBECI. Disponível em: https://ccaf.io/cbnsi/cbeci. Acesso em: 25 abril 2024.

cultural. Por exemplo, o aplicativo desenvolvido por alunos da PUC-Rio[19] para mapear ruas e calçadas deterioradas no Rio de Janeiro ilustra como a tecnologia pode ser uma aliada em busca da transformação social, integrando a participação dos usuários e estimulando a ação do poder público e da iniciativa privada. A tecnologia, nesse contexto, não é isolada, mas parte de um sistema interdependente, onde mudanças tecnológicas podem influenciar e ser influenciadas por outros elementos sociais e econômicos. A inclusão de partes interessadas no processo de pesquisa e desenvolvimento é crucial para a eficácia e aceitação social da tecnologia, desafiando a ideia de que a participação externa compromete a eficiência interna.

A pesquisa do PIEARCTS[20], descrita por Marco Aurelio Ferreira Brasil da Silva (2012), apresenta dados que evidenciam concepções ingênuas sobre tecnologia e Natureza da Ciência e Tecnologia (NdCeT) em diferentes públicos, incluindo professores e alunos. As análises indicam que graduandos de áreas científicas não demonstram resultados superiores aos de humanas, o que mantém crenças simplistas e contradições. Professores também enfrentam a mesma dificuldade, o que levanta questionamentos sobre a formação docente e o alcance de programas que visam superar visões limitadas.

O autor reforça que essa falta de entendimento crítico não se restringe ao Brasil, pois se observa cenário semelhante em diversos países ibero-americanos. Conclusões em Portugal, Espanha, Colômbia e México confirmam essa constatação. Elas mostram que a formação superior não garante maior clareza sobre a NdCeT, o que compromete a capacidade de tomar decisões envolvendo ciência e tecnologia. Esse quadro exige novas abordagens pedagógicas que contemplem impactos sociais, políticos e econômicos da tecnologia.

Estudos CTS demonstram que a tecnologia vai além de artefatos, pois abrange processos, sistemas e conhecimentos ancorados em relações sociais. Assim, o autor ainda sugere que esses fatores pedem participação mais ampla na tomada de decisões,

[19] https://oglobo.globo.com/blogs/ancelmo-gois/post/2024/08/aplicativo-desenvolvido-por-estudantes-ajuda-a-mapear-ruas-e-calcadas-esburacadas-do-rio.ghtml

[20] O PIEARCTS (Projeto Ibero-americano de Avaliação de Atitudes Relacionadas com a Ciência, a Tecnologia e a Sociedade) é uma pesquisa cooperativa internacional envolvendo 7 países (Argentina, Brasil, Colômbia, Espanha, México, Portugal e Uruguai) e mais de trinta grupos de investigação de organizações ibero-americanas envolvendo os que formam os grupos de pesquisa e mais Chile, Peru, Porto Rico e Cuba.

de modo que professores e alunos entendam a tecnologia como construção coletiva. A alfabetização tecnocientífica, alicerçada em reflexões críticas, contribui para superar concepções superficiais e incentiva a análise de implicações éticas e sociais.

A alfabetização tecnocientífica, no âmbito CTS, emerge na década de 1970 como resposta crítica ao modelo hegemônico de desenvolvimento (Auler, 2002 apud Carvalho, 2021, pág. 241), visando formar cidadãos capazes de intervir democraticamente em decisões tecnocientíficas. Cutcliffe (2003) e (Osório, 2002 apud Pinheiro, 2007, pág. 77) reforçam sua missão: compreender a ciência e tecnologia como processos sociais, articulando teoria e prática via contextualização curricular, para reflexão crítica sobre impactos socioambientais. Superando visões lineares, essa abordagem reconhece a complexa interpenetração entre tecnociência e sociedade, exigindo uma análise cuidadosa das reciprocidades. Aplicável desde o ensino básico ao superior – com adaptações –, conforme Pinheiro (2007), ela promove um despertar crítico, estendendo-se para além da escola, essencial para democracia e resolução negociada de conflitos.

Nesse cenário, a formação de professores surge como ponto determinante. Ao reconhecer o potencial social da tecnologia, o docente fomenta práticas pedagógicas que articulam a reflexão crítica sobre contextos cotidianos, transformando o aprendizado em um processo coletivo de conscientização e engajamento com as dinâmicas sociotecnológicas. Propostas curriculares e metodológicas que incluam debate, contextualização e vivências práticas tornam o processo educativo mais significativo.

O autor conclui que certas atitudes e valores sobre tecnologia continuam arraigados, o que afeta a qualidade da educação e a capacidade de enfrentar desafios atuais. Uma abordagem voltada à reflexão sobre a NdCeT pode impulsionar mudanças na prática de ensino, além de favorecer uma participação cidadã mais ativa em temas tecnocientíficos. Os resultados do PIEARCTS evidenciam a necessidade de reconsiderar políticas educacionais, incluindo a compreensão de tecnologia como produção social, não neutra e sujeita a escrutínio democrático em diferentes níveis de formação.

Os conceitos apresentados sobre as TDs e as concepções tecnológicas descritas por Veraszto (2009) formam a base teórica que orienta o desenho metodológico desta pesquisa. A abordagem bibliométrica e a análise qualitativa que se seguem foram escolhidas justamente por permitirem investigar, com profundidade e abrangência,

como essas concepções são refletidas ou problematizadas nos artigos analisados, garantindo a consistência entre teoria e método.

3- Metodologia

A pesquisa utilizou uma abordagem bibliográfica quanti-qualitativa. De acordo com Gil (2017), a pesquisa bibliográfica é uma abordagem metodológica que se baseia no estudo de materiais já publicados, como livros, artigos, teses, dissertações, e em formatos digitais e multimídia disponibilizados via internet. Esse tipo de pesquisa permite abordar uma ampla variedade de fenômenos, mais do que seria possível com a realização de uma única pesquisa empírica. Nesse sentido, utilizando a plataforma SciELO, selecionamos artigos que apresentam atividades empíricas desenvolvidas em sala de aula, com enfoque no uso de TDs no Ensino de Matemática.

Gil (2017) afirma que, nas pesquisas quantitativas, os resultados são apresentados em termos numéricos, como pesquisas experimentais, ensaios clínicos, levantamentos etc. Assim, suscita a possibilidade de uma análise bibliométrica dos dados coletados a partir de uma amostra.

> Assim podem ser definidas como pesquisas quantitativas: pesquisa experimental, ensaio clínico, estudo de corte, estudo caso-controle e levantamento. (Gil, 2017, pág. 41).

Nesta pesquisa, os resultados quantitativos são provenientes de uma análise bibliométrica que permitiu descrever padrões em publicações acadêmicas, focando em variáveis como: frequência de palavras-chave, colaborações entre instituições, instituições mais frequentes, autores citados com maior frequência, e relações entre esses termos.

O método qualitativo é definido por Bogdan e Biklen (1994) como uma abordagem de pesquisa que privilegia a compreensão dos comportamentos a partir da perspectiva dos sujeitos da investigação.

> Utilizamos a expressão investigação qualitativa como um termo genérico que agrupa diversas estratégias de investigação que partilham determinadas características. Os dados recolhidos são designados por qualitativos, o que significa ricos em pormenores descritivos relativamente a pessoas, locais e

> conversas, e de complexo tratamento estatístico. (Bogdan; Biklen, 1994, pág. 16).

Ainda segundo Gil (2017), as pesquisas qualitativas envolvem a abordagem interpretativa na qual o mundo e a sociedade devem ser analisados a partir do ponto de vista das pessoas que os experienciam, o que sugere que o objeto de estudo é visto como uma construção social. Assim, a pesquisa qualitativa ganha reconhecimento como um método valioso para que se possa investigar a experiência pessoal e os prolongados e intrincados processos de interação social nos ambientes aos quais se referem, neste caso, por meio de publicações analisadas.

Moraes (1999) enfatiza que, em pesquisas qualitativas, a categorização reúne informações por meio de similaridades ou analogias que já foram descritas ou analisadas anteriormente. Esses critérios podem ser temáticos, quando envolvem ideias centrais, ou sintáticos, quando englobam verbos, adjetivos e substantivos. Eles também podem seguir estratégias lexicais (considerando palavras específicas e seus significados) ou estratégias descritivas (enfatizando a linguagem utilizada pelos entrevistados).

Com isso, a abordagem bibliográfica quanti-qualitativa proporcionou uma visão detalhada das características dos artigos selecionados, incluindo metodologias, contextos de ensino e tipos de TDs empregadas. Essa combinação de métodos possibilita uma análise abrangente e complexa no campo do Ensino de Matemática, em particular no contexto do uso de TDs.

Para esta pesquisa, foi utilizado a seguinte operação no campo de palavra-chave do SciELO: "**((ab:(tecnol*)) OR (ti:(tecnol*))) AND ((ab:(matemática*)) OR (ti:(matemática*)))**"[21], resultando inicialmente em 174 artigos[22].

[21] https://search.scielo.org/?q=%28ab%3A%28tecnol*+%29%29+OR+%28ti%3A%28tecnol*+%29%29&lang=pt&count=15&from=0&output=site&sort=&format=summary&fb=&page=1&filter%5Bin%5D%5B%5D=scl&q=%28%28ab%3A%28tecnol*+%29%29+OR+%28ti%3A%28tecnol*+%29%29%29+AND+%28%28ab%3A%28mat

[22] Busca realizada no dia 15 de abril de 2024, sem restrição de ano de publicação.



A partir de uma leitura que teve por objetivo analisar os títulos, palavras-chave, resumos e conclusões, 34 artigos foram identificados como atividades empíricas – desenvolvidas por meio da prática (presenciais, híbridas ou mistas) – que utilizam TD no Ensino de Matemática, abrangendo contextos de Ensino Fundamental, Médio e Superior, excluindo os demais trabalhos de natureza teórica ou documental. A escolha desses trabalhos foi intencional tendo em vista o objetivo de mapear as concepções em atividades práticas que utilizam TD na educação, sem deixar de lado a abordagem teórica.

Buscou-se compreender se as TDs puderam ser incorporadas de maneira significativa nas práticas empíricas, refletindo sobre o uso da tecnologia para além de suas funcionalidades técnicas. Desse modo, o foco não estava apenas no uso instrumental da tecnologia, mas na exploração de seu potencial transformador no processo de ensino e aprendizagem, visando encontrar práticas educativas (e seus autores) que percebem e empregam a tecnologia numa perspectiva que excede a mera aplicação técnica ou que traz em si visões mais simplistas ou ingênuas de tecnologia (Acevedo, 1996, 2003; Silva *et al.*, 2015).

Em outras palavras, busca-se promover uma compreensão abrangente e integrada do papel das TDs no Ensino de Matemática, fundamentada em concepções mais sistêmicas e menos restritivas.

> É interessante observar como este tipo de concepção explica a questão da participação pública. Frente à tradicional imagem instrumentalista da tecnologia (que engloba agentes e processos sociais), defende-se nestas concepções uma nova imagem de tecnologia como um complexo interativo de formas de organização social que implica características de produção e uso de artefatos, assim como a gestão de recursos. Dessa forma, a lógica interna dos artefatos é substituída, como fator primário relevante da tecnologia, pelo modo que envolve a interação de diferentes agentes e processos sociais. Assim, priorizam-se os aspectos organizacionais e culturais sobre os aspectos técnicos (Veraszto, 2009).

As pesquisas de métodos mistos combinam abordagens quantitativas e qualitativas. Este trabalho, portanto, consistiu nas três etapas a seguir:

I. Coleta e Análise Quantitativa: envolveu uma análise quantitativa detalhada dos metadados dos 34 artigos selecionados. Foram catalogadas[23] e examinadas variáveis como: frequência de ano de publicação, autores, instituições afiliadas, referências, palavras-chave e autores mais citados, o que proporcionou uma visão abrangente das tendências no campo do Ensino de Matemática apoiadas por TDs. Além disso, fez-se uso da ferramenta Planilhas Google, que facilitou a criação de gráficos relacionados à frequência de palavras-chave, às referências, aos anos de publicação e aos autores mais citados. Essa etapa quantitativa foi fundamental para atender o primeiro objetivo específico, permitindo identificar padrões de publicação, colaboração acadêmica, frequência de palavras-chave e autores mais citados, formando uma base sólida para a compreensão geral do campo investigado.
II. Análise Qualitativa pelo Iramuteq[24]: concentrou-se na exploração das experiências descritas nos artigos e nas relações semânticas[25] – similitude dos dados textuais[26] – originadas pelo Iramuteq, bem como na análise das

[23] Disponível em: https://docs.google.com/spreadsheets/d/16ZLs6nl73PlMEhI38uajaQ4EXPbU_Izu. Acesso em: 23 abr. 2024.

[24] Um software livre distribuído sob a licença GNU GPL (v2), projetado para realizar análises estatísticas em corpos de texto e em tabelas de indivíduos/características. Baseia-se no *software* R e na linguagem Python, oferecendo funcionalidades como a reprodução do método de classificação de Reinert (1983, 1991), que envolve Classificação Hierárquica Descendente e análise de segmentos de texto. O Iramuteq também permite a realização de estatísticas textuais clássicas, análise de similitude e pesquisa de especificidades em segmentos de texto definidos. Disponível em: http://www.iramuteq.org/. Acesso em: 20 jan. 2024.

[25] conexões entre palavras, frases ou conceitos em um texto que revelam como eles se relacionam em termos de significado. No Iramuteq, isso inclui a identificação de temas, sinônimos e associações contextuais.

[26] análise da proximidade e conexão entre termos em um texto, identificando padrões de coocorrência e agrupando ideias semelhantes. No Iramuteq, essa análise ajuda a mapear conceitos relacionados e

características das palavras-chave e das referências utilizadas nos artigos sobre o uso de TDs no Ensino de Matemática. A partir dos resultados fornecidos pelo *software*, uma atenção especial foi dedicada às abordagens pedagógicas e estratégias de ensino. Essa fase possibilitou uma compreensão mais aprofundada e contextualizada dos estudos, fornecendo perspectivas valiosas para a compreensão das aplicações práticas e teóricas das TDs no Ensino de Matemática. A análise qualitativa realizada com o auxílio do *software* Iramuteq contribui diretamente para compreender, em profundidade, os discursos e as práticas descritas nos artigos selecionados. Dessa maneira, atende ao segundo objetivo específico ao analisar qualitativamente como as concepções tecnológicas estão integradas nas práticas relatadas.

III. Leitura dos 34 artigos e Codificação/Categorização: foi realizada uma leitura minuciosa dos 34 artigos com o objetivo de codificar trechos segundo as concepções de tecnologia enunciadas por Veraszto (2009). Durante essa análise, fez-se uma varredura nos textos para identificar suas respectivas partes teóricas e práticas, que, em muitos casos, ocorreu simultaneamente devido a característica dos artigos selecionados (atividades empíricas que utilizam TDs no Ensino de Matemática).

Trechos pertinentes foram codificados segundo as categorias de Veraszto (2009), utilizando a abordagem interpretativa de Bogdan e Biklen, respaldada também por Gil (2017). Organizamos o fichamento em uma planilha[27] que exibe 10 concepções em linhas (categorias) e 5 classificações em colunas: Ausente (A), Defende Pontualmente (DP), Defende Fundamentalmente (DF), Problematiza Pontualmente (PP) e Problematiza Fundamentalmente (PF). Após a leitura e destaque de trechos relevantes, eles foram codificados em cada concepção segundo o posicionamento apresentado pelos autores, indicando a intensidade de defesa ou problematização. Este modelo de registro orientou a classificação, apoiando-se em Moraes (1999) sobre leitura detalhada

redes temáticas.

[27] Disponível em: https://docs.google.com/spreadsheets/d/1MYJD-WAMN-YZEEP0kvqWybFQPH5bDp5n/edit?usp=sharing&ouid=108369974180122010942&rtpof=true&sd=true. Acesso em: 14 abr. 2025.

(unitarização[28]) e categorização. Dessa maneira, cada trecho é avaliado segundo o grau e a direção em que os autores manifestam ou não determinada concepção em seus textos.

Algumas perguntas orientadoras incluem: Quais TDs são trabalhadas durante a atividade? Quais concepções de tecnologia se destacam na parte teórica dos artigos? Quais concepções de tecnologia se destacam na prática relatada? Há concepções que perpassam todo o trabalho? Se sim, quais? Como se destacam os artigos que apresentam a concepção de sociossistema? Há correlações entre concepções, quando mais de uma concepção aparecem simultaneamente em um número considerável de artigos? Como a abordagem interpretativa de análise contribui para formular metassínteses sobre o uso de TDs no Ensino de Matemática? Que novas perguntas surgem a partir da leitura dos artigos?

Além disso, identificaremos similaridades entre os artigos, como:

- nível de escolaridade na qual as atividades foram aplicadas;
- ambiente (formal ou informal / tipo de instituição);
- tipos de TDs utilizadas;
- quantidade de estudantes envolvidos;
- outros sujeitos envolvidos (pesquisador, professor, monitor etc.);
- duração da atividade;
- presença de interdisciplinaridade entre disciplinas, professores e demais profissionais;
- apresentou problemas durante a aplicação das atividades;
- nota-se alguma limitação ou falha na atividade relatada?

A leitura detalhada e a codificação sistemática dos artigos permitirem verificar se as concepções tecnológicas apresentadas teoricamente estão de fato alinhadas às práticas descritas, além de identificar os elementos sociais que permeiam as atividades empíricas analisadas. Essa etapa é essencial para cumprir de forma satisfatória o segundo objetivo específico e alcançar o objetivo geral da pesquisa.

Assim, os resultados e análises do conjunto de artigos são apresentados em duas

[28] Primeira etapa do processo de análise que envolve a fragmentação do texto (ou corpus de dados) com o intuito de destacar trechos que contenham informações significativas, permitindo identificar unidades de análise que são essenciais para a investigação.

seções. A primeira – Tópico 4 – traz resultados que não dependem da leitura e interpretação qualitativa dos 34 artigos, ou seja, são dados extraídos desses trabalhos, mas que são tratados diretamente pelos softwares (Planilha Eletrônica, Gephi[29] para construção de redes de interação e Iramuteq). Na segunda seção – Tópico 5 –, cada concepção é analisada em relação à interpretação qualitativa do conteúdo. Esse processo busca responder às questões norteadoras e aprofundar a compreensão das concepções de tecnologia e de seu papel no Ensino de Matemática.

[29] Software de visualização, análise e manipulação de redes e grafos que, nesta pesquisa, foi usado para gerar a rede de colaboração entre instituições vinculadas aos autores dos artigos.

4- Resultados da Análise Quantitativa dos 34 Artigos

Neste tópico são apresentados os resultados quantitativos obtidos da análise bibliométrica dos 34 artigos empíricos selecionados na base SciELO. Esses resultados fornecem uma visão panorâmica sobre a produção acadêmica recente, destacando padrões, tendências e colaborações relevantes para responder aos objetivos específicos propostos. Essa caracterização inicial é necessária para fundamentar posteriormente a análise qualitativa sobre as concepções tecnológicas presentes nos artigos.

A apresentação e análise dos resultados desta pesquisa está organizada de forma a tratar da distribuição temporal dos artigos da amostra, dos autores e suas instituições de vínculos, das palavras-chave, das referências e da árvore de similitude textual.

Os 34 artigos sobre atividades empíricas encontrados a partir dos termos de busca foram distribuídos ano a ano de 2006 a 2023, não havendo publicações na base Scielo que atendessem aos critérios de seleção antes desse período, conforme a Figura 1.

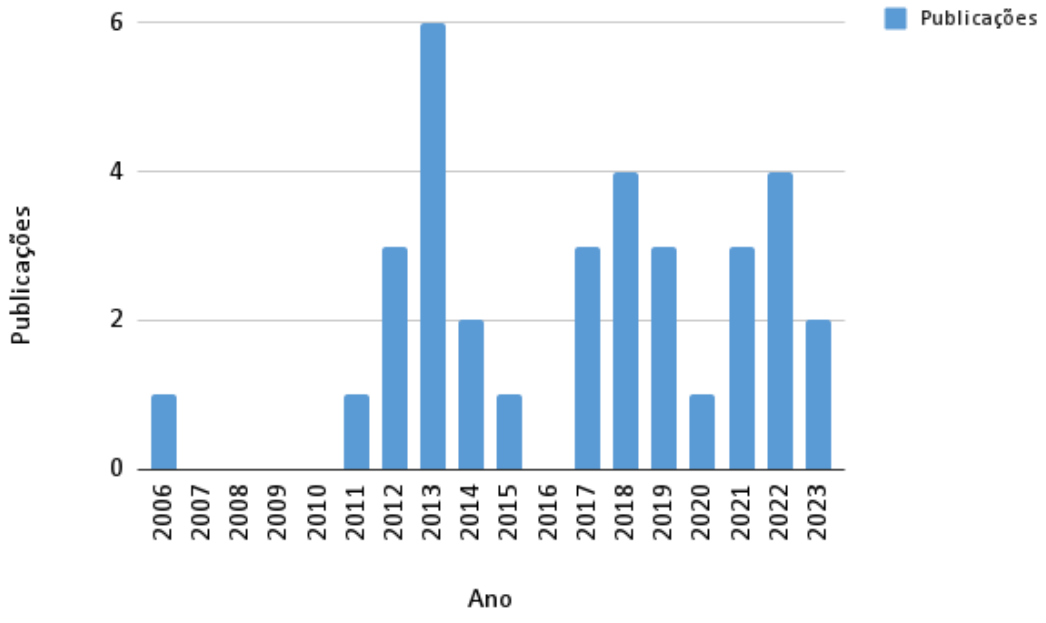


Figura 1 – Publicações por ano

Fonte: elaborado pelos autores utilizando Planilhas Google (2025)

No intervalo de 2011 a 2013, observou-se um aumento na frequência das

publicações sobre o uso de TDs no Ensino de Matemática, indicando um interesse crescente por parte dos educadores em incorporar e relatar o uso dessas ferramentas em suas práticas. No entanto, após 2013, houve uma aparente redução na frequência de publicações, com números mais baixos e intermitentes de trabalhos nos anos subsequentes até 2023.

Essa flutuação na produção acadêmica traz mais questionamentos pertinentes sobre a área do que conclusões. Quais fatores estimularam o engajamento inicial dos docentes com tecnologias educativas até 2013? Que tipos de tecnologias foram mais adotadas durante esse período de maior atividade? Há evidências de que a implementação dessas tecnologias tenha melhorado o desempenho ou o interesse dos estudantes? Será que os pesquisadores estão usando termos mais específicos que não incluem diretamente o termo *Tecnologia* em suas publicações, fazendo os trabalhos não aparecerem com os filtros de busca? A queda nas publicações pós-2013 pode estar refletindo um desinteresse crescente dos professores? Ou será que outros fatores, como mudanças nas políticas educacionais, restrições orçamentárias ou uma saturação das tecnologias educativas, podem estar influenciando esse cenário flutuante?

Para compreender a dinâmica de colaboração entre instituições e autores, recorremos à ferramenta Planilhas Google. O primeiro passo foi catalogar os metadados dos artigos que utilizamos no nosso estudo. Para isso, cada um dos 34 artigos foi identificado com uma etiqueta única, variando de A1 a A34[30]. Assim, construímos uma matriz estruturada, na qual cada artigo foi vinculado explicitamente às instituições de seus autores. Essa abordagem nos permitiu mapear e visualizar as relações entre os artigos e as instituições afiliadas dos autores de maneira sistemática e intuitiva.

A partir dos dados foi possível observar uma maior frequência de publicações vinculadas à Universidade Estadual Paulista (UNESP), que teve participação em 14 dos 34 artigos da amostra. São eles: A4, A7, A8, A11, A12, A14, A16, A18, A23, A24, A28, A30, A32 e A34. Dessa relação, pode-se notar uma colaboração interestadual, muito bem explícita na rede de instituições da Figura 2, entre a UNESP e as seguintes instituições: Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) e Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), em São Paulo; Universidade Federal do Paraná, no Paraná; Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) e Universidade Luterana do

[30] https://docs.google.com/spreadsheets/d/16ZLs6nl73PlMEhI38uajaQ4EXPbU_Izu

Brasil (ULBRA), no Rio Grande do Sul; Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), em Santa Catarina, Universidade Federal de Alfenas (UNIFAL), em Minas Gerais, Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), na Paraíba, Rutgers University (RU), em Nova Jérsei - EUA, e University of Notthingam (UN), no Reino Unido.

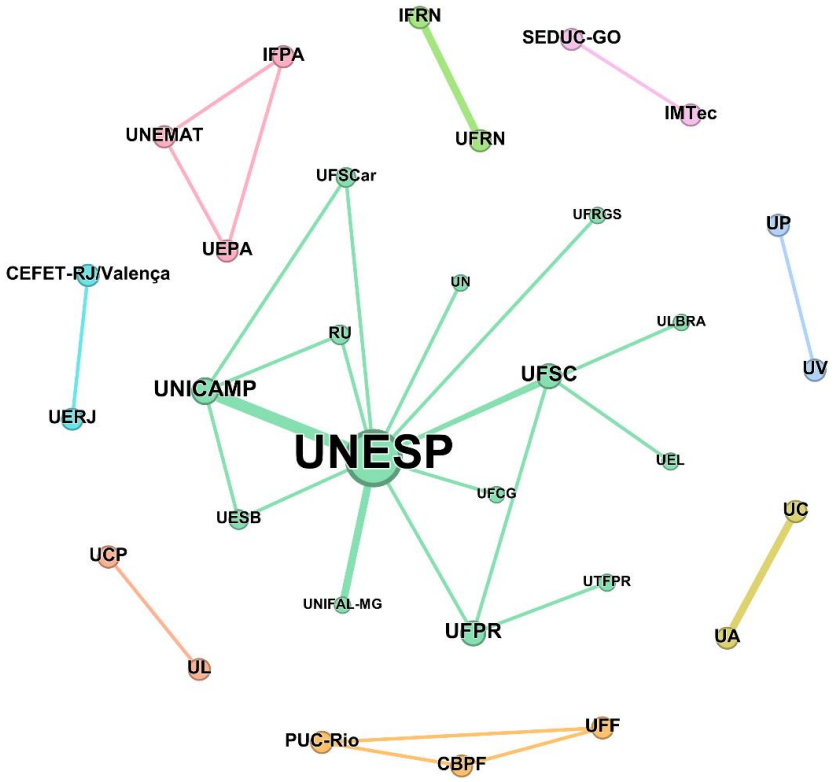


Figura 2 – Rede de colaborações entre instituições
Fonte: elaborada pelos autores utilizando Gephi[31] (2025)

Da UNESP, enfatiza-se, ainda, o vínculo com a revista Boletim de Educação Matemática (BOLEMA), que possui um histórico significativo na disseminação de pesquisas em Ensino de Matemática, com artigos disponíveis em português, espanhol e

[31] *software* de visualização e exploração para gráficos e redes. Facilita a análise de dados sociais, biológicos e associativos, criando representações visuais interativas. É gratuito, de código aberto e oferece métricas avançadas e personalização por plugins. A Figura 2 foi criada a partir das relações de coautoria tecidas ao associar um mesmo artigo a duas ou mais instituições.

inglês, e tem sido uma importante fonte para pesquisadores da área, destacando-se como precursor dos periódicos da área desde 1985. Atualmente, a BOLEMA é a revista da área com melhores indicadores de impacto científico no Brasil[32], o que parece estar refletindo diretamente no destaque da UNESP.

> Suas três edições anuais distribuídas nos meses de abril, agosto e dezembro integram as mais conceituadas bases acadêmicas de dados do mundo: a Coleção SciELO, a JCR-ISI-Web of Knowledge e a Scopus da Elsevier. (Garnica; Bicudo, 2011, pág. viii).

Vale mencionar alguns autores que contribuíram na escrita dos artigos selecionados, como Marcelo de Carvalho Borba, da UNESP, autor em três artigos (A12, A16, A32) com cinco diferentes coautores; Marcos Vinicius Maltempi, da UNESP, também autor em três artigos (A4, A8, A30) com quatro coautores; Greiton Toledo de Azevedo, da UNESP, participou em dois artigos (A4 e A8), colaborando com três coautores; Daise Lago Pereira Souto, da UNEMAT, autora de dois artigos (A6 e A12) com quatro coautores; e Guilherme Henrique Gomes da Silva, da UNESP, contribuiu em dois artigos (A11 e A28) com dois coautores. Dos autores mencionados anteriormente, Greiton Toledo de Azevedo e Marcos Vinicius Maltempi trabalharam juntos duas vezes, enquanto Marcelo de Carvalho Borba trabalhou com Daise Lago Pereira Souto uma vez.

As palavras-chave de um artigo destacam áreas prioritárias e tendências no campo. Nesta pesquisa, elas foram normalizadas em uma coluna à parte em uma planilha eletrônica, a fim de que termos semelhantes (por exemplo, *formação de professores* e *formação docente*) tivessem escritas idênticas. A frequência das palavras-chave pode ser vista na Tabela 1.

Tabela 1 – Frequência das palavras-chave

[32] A BOLEMA tem exibido um aumento gradual em seu impacto científico, com um fator de impacto de 0,48 em 2022, um leve aumento em relação ao ano anterior (0,46). Seu SJR de 0,297 e um índice h de 12 destacam sua relação com a produtividade na comunidade acadêmica, evidenciando sua importância na disseminação de pesquisas e discussões relevantes para a Educação Matemática bem como seu Qualis A1 pela CAPES na área do Ensino de Ciências e Matemática.

Palavra-chave	Frequência
Educação Matemática	6
Ensino de Matemática	6
Tecnologia Digital	5
Formação de Professores	3
GeoGebra	3
Modelagem Matemática	3
Formação Continuada de Professores	3
Robótica	3
Tecnologias da Informação e Comunicação	3
Educação Inclusiva	2
Gênese Instrumental	2
Jogos digitais	2
Tecnologia Educacional	2
Educação à Distância	2

Fonte: Dos autores – Planilhas Google

Como era esperado, os termos *Educação Matemática* e *Ensino de Matemática* são centrais, pois eles são responsáveis pela eficiência das informações dos trabalhos, marcando os limites da área em que estão inseridos (Miguéis *et al.*, 2013). A mesma interpretação pode-se ter sobre a presença de expressões como *Tecnologia Digital* e *Tecnologias da Informação e Comunicação* que indica uma linha específica dentro do Ensino de Matemática que é alcançada pelos textos. No entanto, ao verificar a quantidade de artigos presentes nesta análise (34), é possível afirmar que seria esperada uma maior frequência de palavras-chave relacionadas à tecnologia, especialmente considerando que a palavra-chave *Tecnologia* estava presente no termo de busca utilizado para a seleção dos artigos de atividades empíricas. Nessas tecnologias, estão incluídas plataformas como GeoGebra, além das sequências para ensino e aprendizagem do PC, introdução de *Robótica* e *Jogos digitais* que fazem a função de marcação de

quais artefatos os pesquisadores fazem uso no desenvolvimento das atividades.

As palavras-chave *Formação de Professores* e *Formação Continuada* sugerem um foco persistente no desenvolvimento profissional dos saberes necessários para se adequar as práticas dos educadores às novas tecnologias e possíveis métodos pedagógicos. No que se refere às palavras-chave *Educação Inclusiva* e *Educação à Distância*, elas podem estar refletindo um movimento em direção à adaptação educacional para alcançar grupos sociais de forma mais ampla e diversificada, garantindo acesso e equidade na aprendizagem.

Os arcabouços teóricos-metodológicos também estão presentes com os termos *Gênese instrumental* e *Modelagem Matemática*. Isso pode indicar um maior interesse nas bases teóricas que se aproximem da prática educacional e que buscam contextualizar os saberes matemáticos e tecnológicos em situações reais.

Por fim, a palavra-chave *Tecnologia Educacional* parece abranger uma variedade de estratégias e TDs, mostrando a integração de uma visão mais ampla e inovadora no Ensino de Matemática. As palavras-chave com frequência igual a 1 podem ser visualizadas no catálogo[33].

Ao mapear os autores mais citados nos artigos dessa amostra, buscou-se reconhecer as publicações mais relevantes na área e promover uma compreensão mais profunda de abordagens reais e dos desafios persistentes no uso de TDs no Ensino de Matemática. Dessa forma, a seguir, destacam-se os autores que foram citados cinco ou mais vezes. Ressalta-se que, para a contabilização, conforme a Figura 3, ponderou-se não apenas quantos artigos citaram o autor, mas também quantas obras (livros, artigos etc.) desse autor apareceram nas referências. Os autores com frequência menor que 5 podem ser verificados no catálogo.

[33] Disponível em: https://docs.google.com/spreadsheets/d/16ZLs6nl73PlMEhI38uajaQ4EXPbU_Izu. Acesso em: 23 abr. 2024.

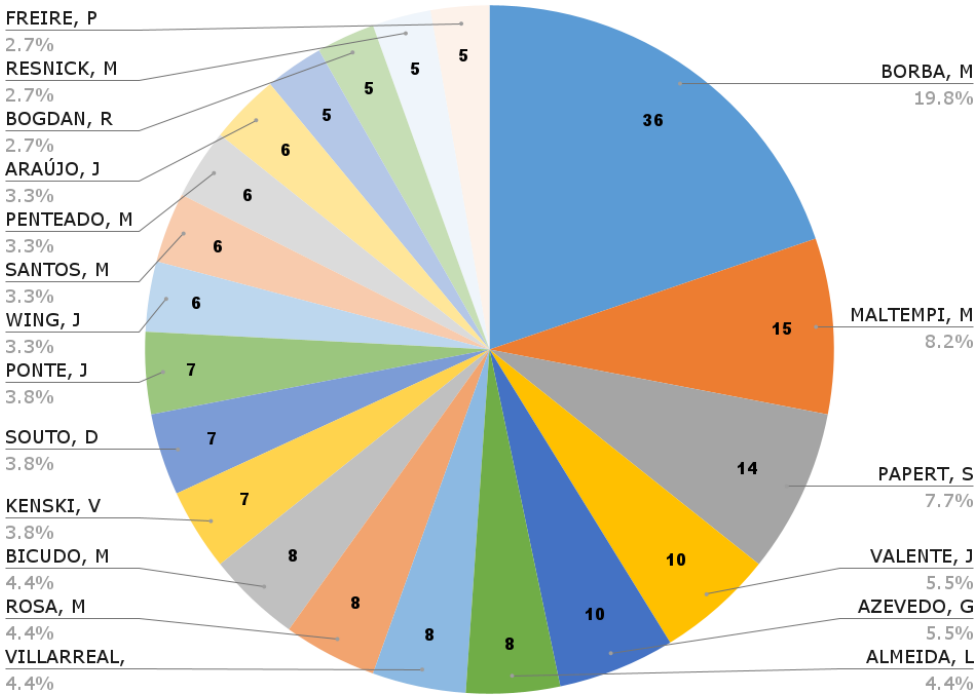


Figura 3 – Autores mais citados nos artigos

Fonte: elaborado pelos autores utilizando Planilhas Google (2025)

Analisando a Figura 3, notamos que os cinco autores mais citados pertencem principalmente à área da Educação Matemática, com forte ligação à tecnologia educacional e à teoria da aprendizagem. Eles desenvolveram pesquisas e reflexões que tratam do Ensino de Matemática em ambientes mediados por tecnologia, abordando também temas como pensamento computacional, epistemologia da Matemática e construção do conhecimento.

Além disso, Marcelo de Carvalho Borba e Marcus Vinicius Maltempi têm se mostrado autores proeminentes no campo do Ensino de Matemática, com contribuições significativas para a compreensão das relações entre as TDs e os processos de ensinar e aprender Matemática. Os dois pesquisadores são professores vinculados ao Programa de Pós-graduação em Educação Matemática (PPGEM), da Unesp, em Rio Claro. Esse programa concentra-se na área de *Ensino e Aprendizagem de Matemática e seus Fundamentos Filosófico-Científicos*, com cinco linhas de pesquisa. Dentre elas, vale destacar a linha de *Novas Tecnologias e Educação Matemática*, cujo foco está na compreensão das mudanças didático-pedagógicas decorrentes das novas interações com

ferramentas tecnológicas, buscando aprimorar o processo de ensino e aprendizagem por meio dessas inovações.

Engelbrecht e Borba (2023) destacam o rápido aumento da integração das TDs no Ensino de Matemática, especialmente durante a pandemia de COVID-19. Os autores discutem como o STEAM (*Science, Technology, Engineering, Arts, Mathematics*) e o *critical making* evidenciam a importância das habilidades criativas no ensino para melhorar a resolução de problemas. Eles também abordam a redefinição dos espaços de aprendizagem com TDs, promovendo interação e flexibilidade. Os autores ainda destacam que os sistemas de álgebra computacional e pacotes de geometria dinâmica mudaram o foco do Ensino de Matemática para a compreensão conceitual.

Os autores acrescentam que a colaboração dos estudantes em ambientes virtuais e mídias sociais, baseada na teoria construtivista social, pode ser uma maneira eficaz de melhorar o engajamento e a aprendizagem dos estudantes em Matemática. Eles também exploram a multimodalidade, incluindo vídeos, realidade virtual e aumentada, como novas formas de envolver os estudantes e visualizar conceitos matemáticos complexos.

Os autores também discutem a inteligência artificial e a hiperpersonalização do aprendizado como novas maneiras de adaptar o ensino às necessidades individuais dos estudantes, embora levantem questões éticas como a questão da privacidade das informações. Também exploram a multimodalidade, incluindo vídeos, realidade virtual e aumentada, como novas formas de envolver os estudantes e visualizar conceitos matemáticos complexos. O impacto da COVID-19 no Ensino de Matemática foi visto pelos autores como um catalisador para métodos de ensino inovadores e a importância do acesso igualitário à tecnologia.

Os autores também examinam a epistemologia da TD e o conceito de *humanos-com-mídia*, destacando a relação entre humanos e tecnologia na construção do conhecimento, dando uma ênfase na não dissociabilidade deles na produção do conhecimento. Como reflexões, são apontadas preocupações e possíveis desvantagens do uso de tecnologias no ensino, como questões de equidade, dependência excessiva dos artefatos e distrações.

Ademais, os autores identificaram lacunas durante a pesquisa e novos tópicos que necessitam de mais investigação, incluindo os impactos a longo prazo das TDs no Ensino de Matemática e novas formas de avaliação e personalização do aprendizado.

Eles concluem que as TDs têm o potencial de transformar o Ensino de Matemática ao focar no pensamento matemático, para educar cidadãos que saibam utilizar a Matemática de maneira crítica.

Azevedo e Maltempi (2021) propõem uma abordagem pedagógica que integra o PC ao Ensino de Matemática por meio do desenvolvimento de jogos e dispositivos robóticos para o tratamento da doença de Parkinson. Visando romper com métodos tradicionais de ensino, os autores sugerem "*a ação-compreensão-invenção e resultados do aluno em Matemática*" (pág. 65), substituindo o modelo convencional de "*definição-exemplo-exercícios-respostas*" (pág. 78) por um mais investigativo e criativo. Na prática, os estudantes colocaram seus conhecimentos em ação, construindo e testando suas criações em um ambiente que simulava situações reais de tratamento da doença, no qual podiam observar como seus projetos poderiam melhorar a qualidade de vida dos pacientes. Essa interação entre teoria e prática reforça o aprendizado dos conceitos matemáticos e computacionais, visto que promove habilidades como a resolução de problemas reais, o pensamento reflexivo e a inovação, o que destaca a relevância da disciplina em aplicações práticas e acaba por motivar os estudantes tendo em vista o impacto direto e benéfico de suas invenções tecnológicas.

Maltempi (2008) reforça a importância de identificar o processo tecnológico numa perspectiva humana e crítica, pois não é uma construção neutra e terminada. Nas palavras do autor:

> [...] toda inserção de tecnologia no ambiente de ensino e aprendizagem requer um repensar da prática docente, pois ela não é neutra e transforma a relação ensino-aprendizagem. Isso é muito importante para que possíveis decepções ou resultados negativos não sejam, de forma simplista, atribuídos à tecnologia. [...] tanto a prática pedagógica quanto a Matemática se modificam quando novas tecnologias tomam parte do ambiente de ensino e aprendizagem. Diante disso, professores e comunidade escolar têm dois caminhos possíveis: ignorar as tecnologias proibindo seu uso pelos alunos em sala de aula ou iniciar um processo de aprendizagem de modo a incorporar as tecnologias ao ambiente escolar (Maltempi, 2008, pág. 61-62).

A fim de ampliar o entendimento sobre os diversos caminhos possíveis nas pesquisas, em complementariedade ao panorama bibliométrico da amostra, realizamos uma análise textual dos artigos. Para isso, a pesquisa contou com o suporte do *software* Iramuteq – um programa utilizado para análise qualitativa de corpus textuais. O

software permitiu identificar padrões lexicais[34], categorizar palavras em classes temáticas e visualizar relações entre termos, facilitando a compreensão das tendências argumentativas e a tomada de decisão regulatória. No caso dessa pesquisa, o corpus textual considerado é composto por 34 artigos previamente selecionados e processados para análise no programa.

Para exemplificar, o sistema foi utilizado pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa) para analisar contribuições sociais em um processo regulatório sobre rotulagem nutricional de alimentos. A análise incluiu um corpus textual composto por respostas de stakeholders e do público em geral. O *software* permitiu identificar padrões lexicais, categorizar palavras em classes temáticas e visualizar relações entre termos, facilitando a compreensão das tendências argumentativas e a tomada de decisão regulatória. (Carvalho, 2020).

O processo se iniciou com a preparação[35] dos textos de acordo com a entrada necessária para a compilação dos dados pelo *software*. Após processamento dos textos pelo *software*, o resultado incluiu a quantificação das frequências de palavras e uma análise concisa fundamentada na lexicometria, permitindo uma interpretação por meio da árvore de similitude. O algoritmo associa ou conecta palavras que compartilham valores semânticos similares, oferecendo uma visão estruturada das relações semânticas presentes em todos os textos, além de criar comunidades de maneira otimizada.

Na Figura 4, apresentamos a árvore de similitude feita pelo Iramuteq, construída a partir da seleção das palavras que obtiveram uma frequência igual ou superior a 77 (raiz quadrada[36] da quantidade de formas ativas) – o motivo principal dessa escolha está na tentativa de equilibrar a análise entre um número adequado de termos representativos

[34] recorrências de palavras, expressões ou combinações de termos em um texto, revelando preferências linguísticas, termos frequentes e estruturas comuns. No Iramuteq, ajudam a identificar conceitos-chave e tendências discursivas.

[35] converteu-se os arquivos de .PDF para .DOC, mantendo apenas o título, resumo, palavras-chave, tópicos e conteúdo do artigo, e eliminando todos os símbolos não alfabéticos. Utilizando um teclado, excluíram-se os seguintes números e símbolos: “, ‘, !, @, #, $, %, ¨, &, *, (,), -, =, +, ,, ., ;, :, ?, /, além dos números de 0 a 9. O conteúdo presente no .DOC foi transferido para um arquivo .TXT, que é o formato requisitado para a compilação dos dados pelo Iramuteq.

[36] Segundo a Lei de Zipf, ao aplicar a raiz quadrada do total de ocorrências de palavras em um texto, define-se a chamada "*primeira esfera*": um conjunto de termos que aparecem com frequência suficiente para serem destacados. Esse ponto de corte evita tanto a concentração em poucas palavras muito recorrentes quanto a dispersão em palavras de ocorrência baixa, pouco representativas. A primeira esfera reúne os termos que atingem, no mínimo, a raiz quadrada do total de ocorrências (Chen; Leimkuhler, 1987 apud Pinto, 2015).

e a diversidade das palavras presentes no corpus, simbolizando um corte razoável para a representação. A partir da funcionalidade ”comunidade”, foi possível gerar uma estrutura de comunidade (usando o algoritmo *optimal.community* já definido no Iramuteq) que maximiza a modularidade global da rede. Esse agrupamento organiza os elementos da rede em grupos (ou comunidades) de maneira que a modularidade global seja a maior possível. Modularidade, nesse caso, é uma medida que avalia o quão bem definidos estão os grupos, ou seja, o quanto os elementos dentro de um mesmo grupo estão mais conectados entre si do que com elementos de outros grupos[37].

A comunidade associada à palavra “professor” revela uma conexão significativa com o referencial teórico adotado, o que pode ser evidenciado por seus termos, como “formação”, “oficina”, “curso”, “escola”, “on-line”, “computador”, “ferramenta”, “mudança”, “prático”, “interação”, “pedagógico”, “ambiente”, “virtual”, “criação” e “fórum”. Scherer e Brito (2020) destacam a personalização do ensino e a interatividade das TDs, ressoando com as ideias de "interação" e "pedagógico". Enquanto Bennett *et al.* (2008) desafiam a suposição de que nativos digitais sejam automaticamente proficientes em tecnologia, enfatizando a importância de uma formação docente consciente e adaptável, o que possui uma associação com o "ambiente”, "virtual”, “curso”, “oficina” e “formação”.

As palavras *interação* e *mudança* permitem enxergar a tecnologia como uma extensão das capacidades humanas e uma manifestação da vontade (Mitcham, 2022). Borba *et al.* (2015) salientam a relevância da interação entre teoria e prática na adoção de tecnologia, em sintonia com as *ferramentas* e *fórum* (discussões). A complexidade da tecnologia é realçada no conjunto de palavras, englobando processos, mentalidades e abordagens (Cupani, 2011), alinhando-se mais uma vez com *pedagógico*, *criação* e *prático*.

[37] Por exemplo, imagine um corpus textual onde as palavras "cachorro", "gato" e "animal" aparecem frequentemente juntas, enquanto "carro", "moto" e "veículo" também coocorrem entre si, mas raramente se conectam com as palavras do primeiro grupo. A função identifica essas coocorrências e cria dois grupos separados: um relacionado a animais e outro a veículos, maximizando as conexões internas entre palavras mais próximas e relevantes dentro de cada grupo.

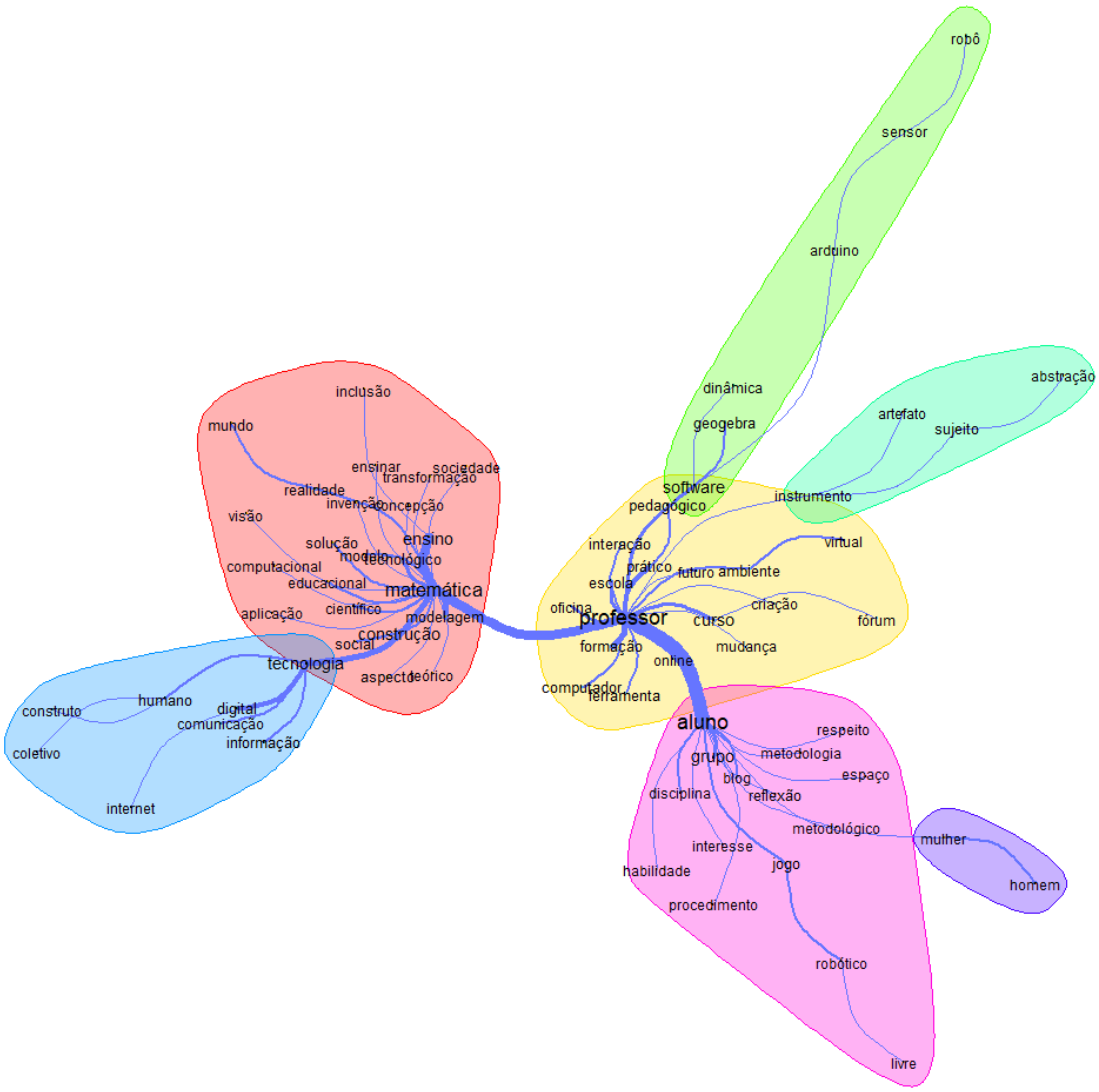


Figura 4 – Árvore de similitude[38] dos 34 artigos de práticas empíricas – Optimal Community[39]

Fonte: Dos autores – Iramuteq

[38] Essa análise é baseada na teoria dos grafos (Marchand & Ratinaud, 2012) e é amplamente utilizada por pesquisadores de representações sociais. Ela permite identificar coocorrências entre palavras e fornecer *insights* sobre as conexões entre elas, auxiliando na compreensão da estrutura das representações cognitivas. Esse método ajuda a revelar como os termos se relacionam, formando redes de significados que refletem a organização mental e social dos conceitos analisados.

[39] O botão "Comunidades" no Iramuteq é utilizado para realizar análises de similitude, que identificam coocorrências de palavras em um corpus textual. Essa funcionalidade permite visualizar as relações entre palavras a partir da presença e distância entre elas no texto, facilitando a compreensão das conexões semânticas presentes no texto. Ao clicar nesse botão, o *software* gera um gráfico que representa as palavras como nós e suas coocorrências como arestas, formando uma rede que ilustra as associações entre os termos.

Essa compilação de ideias revela a complexidade do ensino, particularmente na adoção e compreensão das TDs, destacando também a necessidade de se reconhecer as diversas concepções de tecnologia envolvidas nesse processo. Na comunidade *software*, por exemplo, podemos ressaltar a frequência de utilização de tecnologias como o *GeoGebra* e *Arduino* para a *dinâmica* do fazer. Enquanto na comunidade *instrumento*, notam-se duas ramificações: uma que relaciona o instrumento à ideia de *artefato*; e outra que o relaciona com o *sujeito*, novamente explicitando a não neutralidade da tecnologia (Maltempi, 2008).

Quando analisamos a comunidade associada à palavra *Matemática*, percebemos os ramos *ensino*, *educacional*, *concepção*, *aspecto*, *social*, *sociedade*, *modelo*, *mundo*, *realidade*, *pesquisa*, *investigação*, *tecnologia*, *tecnológico*, *teórico*, *digital* etc. Com atenção especial para o ramo (Matemática → construção → social → tecnologia), que, conforme discutido por Veraszto *et al.* (2013), salienta a mútua relação entre a (sociedade → tecnologia) e (tecnologia → sociedade), particularmente em relação aos métodos voltados para o ensino e aprendizagem que utilizam TDs. Ademais, na comunidade *tecnologia*, nota-se um reforço na ideia da tecnologia como um *construto-humano-coletivo*.

Conforme Veraszto *et al*. (2012), observa-se que da comunidade vinculada à palavra *aluno* emerge o contexto educacional. As palavras *aluno* e *grupo* sugerem atividades coletivas; *blog* pode indicar um espaço de compartilhamento de ideias e debates, enquanto *reflexão* e *metodológico* sugerem práticas de análise e aprendizado estruturado. Em conjunto, essa comunidade pode estar relacionada a um projeto educacional ou de pesquisa em que alunos refletem sobre práticas metodológicas, possivelmente usando *blogs* como tecnologias digitais de informação e comunicação. A comunidade (mulher → homem) relaciona palavras independentes da primeira comunidade (aluno), o que pode estar relacionado a um foco específico nas relações de gênero, representando um subtema dentro de um contexto de ensino ou de pesquisa mais amplo.

Das análises feitas, há um notável panorama que deve ser levado em consideração por professores e pesquisadores ao fazer uso de TDs no Ensino de Matemática. Essa ação não diz respeito apenas a artefatos tecnológicos pontuais, no sentido da técnica pela técnica. Há um contexto educacional e social que impacta as

práticas empíricas, pois elas não são neutras em suas concepções. Além disso, as tecnologias também modificam a vida das pessoas, especialmente de estudantes, numa rede de interação com os indivíduos em particular e a sociedade em geral, fazendo mediações de novos contextos.

Essas comunidades, que estruturalmente provêm dos próprios textos dos artigos, revelam uma série de temas e objetos de pesquisa, tais como: a relação da Matemática com a tecnologia na sociedade; o papel dos professores e dos alunos nas mudanças tecnológicas no Ensino de Matemática; as relações de gênero no Ensino de Matemática que usam TDs; e as concepções de tecnologia presentes nos trabalhos da área. Esta última é o objeto da análise qualitativa nos próximos tópicos.

5- Resultados da Análise Qualitativa dos 34 Artigos

A análise quantitativa forneceu uma visão geral sobre padrões e tendências das publicações investigadas. Agora, para aprofundar o entendimento das concepções tecnológicas que fundamentam o uso das TDs, apresentamos a análise qualitativa dos 34 artigos selecionados. Esse tipo de análise tem como objetivo principal revelar aspectos implícitos e explícitos nas práticas empíricas relatadas, permitindo identificar relações entre teoria e prática no Ensino de Matemática mediado por TDs.

Diante da leitura dos 34 artigos, é possível afirmar que eles abrangem diferentes segmentos educacionais, incluindo os Anos Iniciais, o Ensino Fundamental, o Médio e o Superior, demonstrando adaptabilidade a contextos diversos. Esses projetos são aplicados tanto com crianças em fase de alfabetização quanto em estudantes universitários e professores em atuação, refletindo a versatilidade das metodologias adotadas em cada nível de formação.

As atividades ocorreram tanto em contextos formais, como escolas e universidades, que possuem uma estrutura curricular bem definida, quanto em ambientes mistos, nos quais há integração de formações online e espaços não formais. Essa diversidade promove flexibilidade pedagógica ao combinar, por exemplo, aulas presenciais com recursos digitais ou atividades colaborativas desenvolvidas em contextos alternativos.

TDs como LEMA, SuperLogo, MDDIs[40], GeoGebra, Arduino, Google Trends, Scratch, s*oftwares* de acessibilidade, tecnologias assistivas, robótica educacional livre, sensores ultrassônicos, AVAs, WebQuestfacil, Blogs, redes sociais, plataformas EaD, *smartphones* e dispositivos móveis e *softwares* matemáticos diversos foram empregadas para dinamizar o ensino relatado pelos artigos selecionados. Essas tecnologias foram utilizadas para a experimentação prática, a interação remota e o acesso a conteúdo multimídia, ampliando as possibilidades pedagógicas.

O tamanho dos grupos variou significativamente, desde pequenas turmas com 2 a 6 estudantes, favorecendo uma atenção individualizada, até cursos online massivos, com centenas de participantes, que exigiram estratégias específicas para gestão e

[40] Material Didático Digital Interativo

engajamento. Essa variedade demandou ajustes metodológicos constantes para assegurar eficácia nas atividades propostas. Além de professores e alunos, também estiveram envolvidos pesquisadores, tutores e equipes multidisciplinares, que atuaram conjuntamente no planejamento, execução e avaliação das ações educativas, enriquecendo a abordagem pedagógica com a integração de conhecimentos técnicos, didáticos e científicos.

As atividades analisadas apresentaram diferentes durações, desde projetos pontuais com poucas semanas, orientados a objetivos específicos, até programas mais extensos, realizados ao longo de semestres inteiros. Essa variação no tempo de execução possibilitou ajustar-se a diferentes ritmos de aprendizagem e níveis de complexidade dos conteúdos abordados.

Quanto à interdisciplinaridade, pode-se notar a integração de múltiplas áreas, como Física, Química e Matemática, especialmente em projetos que envolvem resolução de problemas práticos ou investigação científica. Essa abordagem promove conexões entre as disciplinas, estimulando um entendimento mais amplo a respeito dos temas.

Dos problemas enfrentados, foram observadas dificuldades iniciais de adaptação tecnológica (como domínio de *softwares*) e conceitual (entendimento de teorias abstratas), exigindo alguma capacitação prévia e suporte contínuo em relação ao uso das ferramentas. Tais desafios podem impactar o ritmo de implementação e a motivação dos participantes.

Quanto às limitações para a interpretação dos artigos mencionados, vale destacar a ausência de detalhamento quantitativo sobre o perfil dos participantes e problemas logísticos de alguns trabalhos, como acesso desigual a recursos tecnológicos ou dificuldades de coordenação das atividades em grupos grandes. Esses fatores podem comprometer a replicabilidade das experiências e a avaliação precisa dos resultados, mostrando mais uma vez o quão ingênuas podem ser as concepções que se aproximam de uma visão puramente instrumentalista e universalista da tecnologia. Essas e outras nuances podem ser analisadas no fichamento[41] realizado pelos autores.

Conforme delineado na metodologia, a codificação de trechos presentes nos

[41] Disponível em: https://drive.google.com/drive/folders/1Y66mf4-T2ygSG7T_N0xw8B6xxg4ltoHM?usp=sharing. Acesso em: 14 abr. 2025.

textos seguiu as dez concepções propostas por Veraszto (2009), organizadas em uma planilha com as cinco classificações que podem alterar de ausência, defesa ou problematização, pontual ou fundamental (A, DF, DP, PP e PF). Essas classificações foram atribuídas à trechos referentes à parte teórica e prática das atividades, conforme a abordagem de Bogdan e Biklen (1994) e o referencial de Gil (2017).

Das dez concepções, cinco delas não mostraram relevância para a discussão, pois aparecem apenas pontualmente, tanto ao defender as concepções, quanto ao problematizá-las. Essa característica do conjunto de artigos tornou a análise menos clara, já que os textos analisados são heterogêneos e pouco aprofundados em relação às seguintes concepções: otimista; sinônimo de Ciência; utilitarista; intelectualista; e pessimista.

Assim, listamos as cinco concepções que orientam a compreensão das TDs no cenário do Ensino de Matemática, organizando-as da mais ausente para a menos ausente na bibliografia analisada: determinista (tecnologia como força autônoma que molda a sociedade), neutralidade (ferramenta independente de valores), instrumentalista ou artefatual (meio para fins específicos), universalista (aplicável a todos os contextos sem a necessidade de adaptações) e sociossistêmica (revela interpretações que vão deste visões reducionistas até perspectivas críticas sobre o papel da tecnologia como mediadora cultural, extensão humana ou agente de mudanças estruturais).

Tal cenário, apoiado por Moraes (1999) em sua discussão sobre unitarização e categorização, indica a necessidade de uma contextualização crítica. A fragmentação das concepções defendidas pelos textos analisados decorreu justamente da presença predominante de determinadas categorias, o que limitou a construção de diálogos mais amplos e aprofundados entre os diferentes trechos examinados.

Espera-se que a análise dessas concepções fomente uma reflexão mais profunda sobre os impactos sociais, pedagógicos e éticos do uso de TDs no Ensino de Matemática, incentivando práticas educativas mais contextualizadas e críticas.

5.1 – A Concepção Determinista de Tecnologia no Ensino de Matemática

Partimos da premissa de que o determinismo tecnológico, enquanto concepção teórica, pressupõe que as ferramentas moldam de maneira autônoma as dinâmicas sociais e cognitivas (Veraszto, 2009). No campo do Ensino de Matemática, essa perspectiva ganha contornos específicos, como evidenciado pelos trechos dos artigos analisados. Identificamos três trechos que defendem pontualmente (DP) o determinismo (A6, A10, A21), três que o problematizam pontualmente (PP) (A12, A16, A24) e um que o problematiza fundamentalmente (PF) (A25). Nosso objetivo foi mapear essas nuances, interpretando os trechos visando a posição de cada autor frente à autonomia das tecnologias na produção do conhecimento e buscando avaliar se prevalece a defesa ou a problematização do determinismo tecnológico.

Começando com os trechos que a defendem pontualmente, em A6, os participantes da disciplina analisaram o construto "*seres-humanos-com-mídias*" por meio de questionários e debates virtuais, abordando o papel das TDs no ensino. Eles atribuíram influência marcante às mídias na reorganização do pensamento, o que reforça a concepção de que essas tecnologias exercem controle quase pleno sobre a produção de conhecimento, direcionando as práticas formativas. Essa visão sugere, em certa medida, uma defesa pontual do determinismo tecnológico ao enfatizar que as TDs moldam e conduzem as interações pedagógicas:

> (...) a mídia não se limita a mediar/potencializar o conhecimento humano, mas exerce protagonismo na produção de conhecimento como 'atriz não humana' (Santos, *et al*., 2022, pág. 5).

Essa percepção se aproxima de fragmentos de A10, que teve como objetivo analisar os resultados da utilização do ambiente digital *Learning Environment on Mathematics for Autistic Children* (LEMA) no desenvolvimento do raciocínio geométrico de crianças de 6 a 12 anos com Perturbação do Espectro do Autismo (PEA). Os participantes interagiram com tarefas que envolviam figuras e sólidos geométricos, planificações, transformações e cálculo de áreas e perímetros, com *feedbacks* adequados às necessidades de cada caso. Esse tipo de intervenção sugere um impacto positivo inquestionável quanto ao papel das TDs no ensino, conforme o trecho:

> Com as aplicações digitais, os alunos ganham experiência na visualização e

> manipulação de figuras geométricas e podem desenvolver a capacidade de argumentar sobre essas figuras geométricas (Chang *et al.*, 2016). (Santos *et al*., 2020, pág. 377).

Em A21, propuseram um curso de extensão *online* no qual licenciandos em Pedagogia e professores dos anos iniciais planejaram aulas usando o *software* SuperLogo, examinando como incorporar as TDs ao ensino de Matemática. Nessa experiência, Souza e Passos (2015, pág. 1026) afirmam que o conhecimento tecnológico, em constante mudança, demanda do docente domínio técnico e adaptação aos avanços. Ainda que a abordagem evoque uma evolução *darwiniana* (mudanças neutras, não lineares), a centralidade da tecnologia como elemento que exige adaptação contínua – sem mediação crítica das escolhas pedagógicas – revela uma tendência determinista pontual. Isso porque, mesmo sem pressupor "progresso", o discurso posiciona as TDs como força motriz das práticas educativas, reduzindo o professor a um agente reativo, cujo papel principal é ajustar-se às transformações tecnológicas, independentemente de contextos ou intencionalidades didáticas.

Em conjunto com A10, que enfatizou apenas os efeitos positivos ao operar tecnologias que permitem a manipulação geométrica, percebemos uma confluência de ideias. Os trechos defendem que a tecnologia impulsiona transformações, embora não discutam aspectos sociais que condicionam as práticas escolares. Assim, observamos uma valorização do poder tecnológico, mas sem excluir a atuação humana.

Em contrapartida, A12, que analisaram disciplinas de Álgebra Linear em cursos à distância de Licenciatura em Matemática e observaram a criação de um Material Didático Digital Interativo (MDDI) pelos participantes, trazem uma problematização pontual sobre o determinismo tecnológico ao citar Borba e Villarreal (2005) e ressaltam que "*as mídias condicionam o pensamento humano, sem, no entanto, o determinar. Elas moldam os modos de pensamento humano, assim como são moldadas por ele, em um processo dialético denominado por eles de moldagem recíproca.*" (Chiari *et al*., 2019, pág. 1259). Nessa abordagem, a negociação de significados ocupa papel de destaque, sem atribuir às tecnologias uma condução unilateral do processo de aprendizagem.

A16, ao desenvolver práticas de interações colaborativas que evidenciam a participação ativa dos alunos na polidocência, apresenta uma problematização pontual ao determinismo tecnológico ao citar Borba (2012), o qual afirma que "*o papel do professor ainda é central nesse processo*" (pág. 432). Em sua experiência prática, a

internet se expande livremente na sala de aula e provoca mudanças nas concepções sobre as funções dos envolvidos na produção do conhecimento. Desse modo, verifica-se a convergência de ideias em relação ao não predomínio do determinismo tecnológico e ao reconhecimento do papel-chave de agentes humanos, o que valoriza a prática docente.

Na mesma linha, A24 propuseram uma iniciativa integrada para formação continuada de professores de Matemática, envolvendo oficinas, um *site* para WebQuests e um guia impresso sobre uso de tecnologias em sala. Buscou-se capacitar docentes para empregar essas tecnologias de modo interativo e reflexivo. O estudo, contudo, advertiu para o determinismo tecnológico, que assume que a mera inserção de tecnologia aprimora a aprendizagem. Sem reflexão crítica, professores podem replicar práticas tradicionais em ambiente digital. Evidenciou-se a relevância de uma formação que supere aspectos técnicos e promova análise profunda do uso pedagógico das tecnologias, ampliando a qualidade do ensino e promovendo inovação metodológica e duradoura. (Azevedo *et al*., 2013).

Já A25, estruturaram uma oficina em seis lições, voltada para a formação continuada de professores de Matemática, que explorou o GeoGebra em atividades de Geometria e Álgebra. Os participantes criaram construções, configuraram o *software* de acordo com cada etapa e conectaram o ambiente dinâmico ao desenvolvimento de conceitos. Esse planejamento evidenciou a necessidade de conhecimento prévio e de intervenção pedagógica, pois a tecnologia não conduziria o processo sozinha. Para os autores, o *software* não resolve problemas matemáticos sem direcionamento humano, o que problematiza fundamentalmente a concepção do determinismo tecnológico além de reforçar o papel docente na mediação das propostas de aprendizagem. (Abar; Alencar, 2013).

Em suma, a concepção determinista é a menos presente, pois apenas sete dos 34 artigos analisados apresentam trechos ligados a essa perspectiva, o que confirma a ênfase em abordagens que reconhecem a negociação humana e a mediação docente por meio das interações sociais. A evolução tecnológica e sua aceitação pela sociedade configura um desafio, pois exige reflexão contínua sobre a adoção de TDs e seu impacto nas práticas pedagógicas. As práticas examinadas sugerem que o uso crítico dessas tecnologias depende de um planejamento cuidadoso e da participação ativa dos sujeitos

envolvidos. Assim, compreendemos que a simples inserção das TDs no Ensino de Matemática, sem considerar o contexto social e a intencionalidade, não garante melhorias na qualidade do ensino.

Recorrendo a Mitcham (1994), a simples inserção de ferramentas técnicas em contextos educacionais, sem uma análise crítica de seus propósitos e impactos sociais, pode resultar em efeitos superficiais ou até contraproducentes. Nas palavras do autor:

> "O relacionamento de ser-com [tecnologia][42], assim revelado através dos envolvimentos técnicos, é, portanto, primariamente social; refere-se ao caráter social do mundo que vem à tona por meio da prática técnica. Tal mundo não é composto apenas por ferramentas e artefatos, mas por ferramentas usadas com outros e artefatos pertencentes a outros. Os envolvimentos técnicos não são apenas técnicos, mas possuem uma dimensão social imediata e íntima. De fato, isso é tão imediato que exige um esforço para se distanciar e reconhecer – um distanciamento e uma articulação que, em grande parte, são precisamente o que a filosofia busca." (Mitcham, 1994, pág. 276, tradução nossa).

Assim, a tecnologia não se resume a objetos isolados, mas constitui uma prática social, sendo, portanto, insuficiente para resolver problemas complexos de maneira autônoma.

5.2 – A Concepção de Neutralidade Tecnológica no Ensino de Matemática

Veraszto (2009) define a neutralidade tecnológica como a percepção de que a tecnologia não carrega em si valores sociais e morais. Este tópico busca mostrar, assim como esse autor, que essa concepção é um mito, pois as tecnologias são moldadas por interesses e contextos históricos, reproduzindo desigualdades e relações de poder. Assim, mesmo que algumas políticas adotem essa ideia, de qualquer maneira é preciso considerar os contextos de implementação e os efeitos indiretos das escolhas tecnológicas.

Partindo de uma perspectiva crítica, os excertos dos artigos analisados nesta pesquisa revelam uma predominância de questionamentos em relação à concepção de que as tecnologias são neutras em sua influência sobre os contextos educacionais.

[42] Segundo o autor, há três visões que formam um espectro de atitudes em relação à tecnologia: o ceticismo antigo a vê como um perigo a ser contido, o otimismo iluminista a celebra como um bem absoluto, e a inquietação romântica oscila entre admiração e receio.

Identificamos que alguns trechos defendem pontualmente essa concepção (A3, A5 - parte teórica, A9, A10, A11, A26, A33), enquanto outros a problematizam de forma fundamental (A4, A5 - parte prática, A6, A7, A12, A13, A16, A18, A20, A22, A29, A30, A34) ou pontualmente (A2, A8, A15, A19, A21, A23, A25, A27, A28, A31, A32). Nosso objetivo foi mapear essas diferentes posições, interpretando como os autores abordam a concepção, implementação e impacto das tecnologias no Ensino de Matemática.

Lançamos primeiro o olhar sobre os trechos presentes na parte teórica. A5, que teve como objetivo analisar as experiências e desafios de alunos com Deficiência Visual (DV) no Ensino Médio durante aulas de Matemática, em escolas públicas, com atendimento especializado a partir de Tecnologias Assistivas como Braille e *softwares* de acessibilidade. O estudo adota uma postura teórica neutra e excessivamente positiva ao tratar a disponibilização de recursos pedagógicos como condição para a inclusão, defendendo que políticas públicas devem assegurar a acessibilidade e a formação docente específica (Bernardo, 2022). Essa abordagem pareceu ignorar as vontades e sentimentos dos alunos em relação aos espaços equipados com computadores, tendo em vista o resultado prático dessa implementação.

Em contraste à defesa da neutralidade, A26, que aplicou atividades com o GeoGebra em laboratório de informática para 42 alunos da 2ª série do Ensino Médio, considera que tais ferramentas não são "*apenas um suporte tecnológico nas atividades de sala de aula, elas interferem em nossa forma de pensar, de nos relacionarmos [e] de adquirirmos conhecimento.*" (Lopes, 2013, pág. 633).

Como já visto no subtópico 5.1, A6 problematiza essa visão ao propor o construto Seres-Humanos-Com-Mídias (SHCM), no qual humanos e tecnologias se coformam reciprocamente, negando hierarquias entre sujeito e objeto. Souto (2013), citado em A6 (pág. 9), reforça que as mídias não são meros suportes, mas agentes ativos na produção de conhecimento, desestabilizando a noção de um controle humano absoluto.

A7 amplia a crítica ao vincular TDs a estruturas de poder coloniais, evidenciando como plataformas como redes sociais reproduzem assimetrias. Meyer (2004), referenciado no mesmo artigo, destaca que a ciência hegemônica, ao se autoproclamar neutra, marginaliza saberes não ocidentais (Rosa; Sachet, 2022, pág.

1253).

O conceito de "*moldagem recíproca*", já mencionado por A12, se encaixa no sentido de ser uma ideia que pode descrever a influência dialética entre humanos e tecnologias, invalidando discursos que separam fins técnicos de intencionalidades sociais. (Chiari *et al*., 2019). Além disso, A13 adiciona a noção de tecnologia "*informal, imperceptível, ubíqua*" (Cid; Correa, 2019, pág. 1069), influenciando o conhecimento de forma sutil e contínua. Ela molda hábitos, comportamentos e maneiras de pensar, integrando-se ao cotidiano e redefinindo a produção e o compartilhamento de conhecimento, sem que sua presença seja sempre percebida, o que ressalta a importância de considerar a tecnologia como parte intrínseca do contexto social e cultural, e não apenas como um instrumento externo ou neutro.

A22 e A34 aprofundam a discussão ao ressaltar que cada tecnologia possui potencialidades e limites específicos. A22, ao citar Mendes (2009), destaca que:

> Cada TIC possui diferentes recursos e cabe ao professor, de acordo com os objetivos pré-estabelecidos, analisar as vantagens e as desvantagens da tecnologia empregada (Costa apud Mendes, 2014, pág. 1099).

A34 complementam a ideia anterior afirmando que:

> Existem *softwares* que contribuem mais (ou menos) para essa compreensão (*software* aberto ou fechado). No entanto, a criação de um ambiente de aprendizagem que favoreça a construção do conhecimento e o desenvolvimento de habilidades de pensar, necessárias ao cidadão atual, não depende somente do *software* escolhido, mas sim do professor e da metodologia utilizada por ele (Morelatti; Souza, 2006, pág. 268).

Dessa forma, esses autores questionam qualquer neutralidade no nível teórico, destacando que o contexto político, social e cultural influencia a adoção ou o uso das mídias.

Alguns discursos abordam a neutralidade tecnológica de maneira crítica, mas sem rejeitá-la completamente. A15 investiga se o uso do computador afeta o "*raciocínio matemático*" de usuários iniciantes (Silva *et al*., 2018, pág. 698) e conclui que há impactos negativos para novatos, embora reconheça benefícios para usuários experientes. Já A23 analisa o uso de *blogs* como ferramenta narrativa na formação de professores de Matemática, com base na experiência de nove estagiários. Os autores destacam que as rápidas mudanças das tecnologias ultrapassam a capacidade das instituições de adaptar seus currículos (Santos *et al*., 2014, pág. 2). Nessa perspectiva, a neutralidade tecnológica é vista com ressalvas, uma vez que as ferramentas estão

imbuídas de valores e seu uso não é comum a todos. Por sua vez, A25 defende ser necessário conhecer "*as interações do artefato e os métodos de utilização*" (Abar; Alencar, 2013, pág. 351) antes de afirmar ou negar sua neutralidade. Esses exemplos evidenciam que a tecnologia pode tanto reproduzir relações de opressão quanto reforçar dependências quando utilizada sem reflexão crítica.

Na dimensão prática, alguns trechos defendem pontualmente a neutralidade. A3 descreve uma avaliação *online* "*mais justa, imparcial*" (Paulo; Lucas, 2022, pág. 1252), pois minimiza enganos, o que sustenta a ideia da ferramenta como um suporte neutro. A9 aborda robótica e programação, em que participantes "*manipulam com maior entendimento*" (Silva; Barbosa, 2022, pág. 14), sugerindo que uma tecnologia bem planejada favorece a aprendizagem. A10 indica que *softwares* e TDs impulsionam avanços didáticos, desde que o professor tenha domínio e saiba conduzir as atividades. A33 concorda ao afirmar que "*a integração [...] implica em fazer uso do instrumento de forma que este contribua com o processo de aprendizagem"* (Bittar, 2011, pág. 159). Esses estudos não entram diretamente na discussão sobre neutralidade tecnológica; seu foco está em como utilizar melhor as TDs para promover avanços na aprendizagem.

Esses relatos destacam que a neutralidade pode existir quando a proposta pedagógica e a organização institucional canalizam recursos em prol do ensino, reduzindo vieses externos.

Em contraposição, há outras passagens práticas que problematizam pontual ou profundamente a neutralidade. Em A2, por exemplo, o aluno Nicolas critica a "*sala de recursos*" como espaço de exclusão (Ribeiro; Lara, 2023, p. 103), indicando que adaptações técnicas podem estigmatizar, sendo que o estudo propõe ações inclusivas no Ensino de Matemática para paralisia cerebral, como materiais adaptados, comunicação gestual e tecnologias assistivas, visando equidade e valorização das habilidades.

Já A4 analisa um projeto interdisciplinar de Matemática e Computação para portadores de Parkinson, revelando a não neutralidade ao priorizar impactos sociais sobre algoritmos. As escolhas pedagógicas intencionais são exemplificadas no jogo *Paraquedas*, em que alunos desenvolvem dispositivos robóticos para fisioterapia, integrando pensamento computacional e matemática crítica por meio de invenção colaborativa além da sala de aula (Azevedo *et al*., 2022). Ainda sobre intenção, A8 sustenta que o pesquisador não é neutro, pois conserva um "*aspecto subjetivo*"

(Azevedo; Maltempi, 2021, p. 70).

A5 problematiza o descompasso entre recursos tecnológicos ofertados e seu uso efetivo em escolas. O relato da aluna Bia, pressionada a substituir o Braille por computadores (Bernardo, 2022, p. 66), revela como políticas supostamente inclusivas podem excluir ao ignorar demandas específicas, reforçando mecanismos de marginalização no âmbito educacional. Paralelamente, A6 demonstra, em sua parte prática, que interações com mídias alteram percepções e comportamentos, como no caso de estudantes que internalizam discursos midiáticos sem controle pleno.

A7 analisou como práticas decoloniais de gênero em aulas de Matemática, utilizando memes misóginos e TDs (como o Google Trends), problematizam normas eurocêntricas. Em determinado momento da atividade sobre um meme misógino, o estudante T naturalizou a violência simbólica presente no meme, enquanto a aluna MH a reconheceu como um absurdo (Rosa; Sachet, 2022, pág. 1264), revelando como a suposta neutralidade de ferramentas digitais mascara a reprodução de opressões.

Esses exemplos indicam que o uso prático de TDs, sem um olhar crítico, reproduz julgamentos ou submete o sujeito a mecanismos de exclusão, minando qualquer pretensão neutra.

A5, A6 e A7 alinham-se com A30, que enfatiza a conexão entre acontecimentos e sujeitos: as estratégias e conhecimentos sustentavam esse processo (Dalla Vechia; Maltempi, 2012, pág. 985), sem eliminar as desigualdades. Nessa perspectiva, mesmo com recursos disponíveis, ocorrem exclusões e ajustes involuntários em nome da eficiência. Essa problemática ressalta que a tecnologia reflete relações de poder, podendo reproduzir hierarquias.

Conclui-se que a literatura analisada converge para a problematização fundamental da neutralidade tecnológica. Seja na teoria ou na prática, prevalece a compreensão de que tecnologias são entidades políticas, moldadas por e moldadoras de contextos sociais. Defesas pontuais existem, mas são circunscritas a cenários limitados, incapazes de generalizar neutralidade.

A crítica sustenta-se na ideia de que toda ferramenta carrega intencionalidades, exigindo reflexão constante sobre seus usos e impactos. Assim, o debate transcende a eficácia instrumental, demandando engajamento ético e pedagógico para transformar ferramentas em tecnologias de emancipação, não de reprodução de desigualdades.

5.3 – A Concepção Instrumentalista da Tecnologia no Ensino de Matemática

A concepção instrumentalista contrasta com abordagens que enxergam a tecnologia como uma força autônoma ou dotada de uma "lógica interna". Essa perspectiva destaca o papel da tecnologia como mediadora passiva entre os propósitos humanos e os resultados práticos. Para Veraszto (2009), o instrumentalismo reforça a ideia de que a inovação tecnológica deve ser guiada por critérios éticos e sociais, pois sua neutralidade permite que seja moldada conforme as prioridades coletivas.

Nessa visão, a tecnologia é um recurso subordinado à ação humana, sem autonomia ou capacidade de transformar estruturalmente a realidade de maneira independente. Essa abordagem rejeita noções deterministas e enfatiza a responsabilidade humana na orientação de seu desenvolvimento e aplicação. Nessa perspectiva, a tecnologia é, como elucidado no subtópico 5.2., erroneamente compreendida como um instrumento neutro, cujo valor e impacto dependem exclusivamente do uso que as pessoas fazem dela.

A partir de uma abordagem crítica, buscamos questionar a concepção instrumentalista da tecnologia em contextos de ensino. Nossas análises indicam que há trechos que defendem esse posicionamento de modo fundamental, por exemplo: A1 (parte prática), A2, A3, A9 (parte prática), A17, A20, A24, A25, A26, A32 (parte prática) e A34 (parte prática). Outros defendem pontualmente, como A5 (parte teórica), A7, A9 (parte teórica), A10, A11, A13, A15, A19, A27 (parte teórica), A31, A32 (parte teórica) e A33 (parte teórica). Observamos ainda passagens que apresentam problematizações fundamentais, a exemplo de A4, A5 (parte prática), A6, A8, A14, A16, A18, A28, A29, e outras que promovem questionamentos pontuais, destacando-se A1 (parte teórica), A12, A21, A22, A30 e A34 (parte teórica). Nosso objetivo consiste em mapear esses diferentes entendimentos e examinar como cada autor aborda a adoção, a implementação e as implicações das tecnologias no Ensino de Matemática.

De uma perspectiva que defende a concepção instrumentalista ou artefatual, A10, destaca que "*as atividades de aprendizagem implementadas na primeira versão do protótipo [...] foram concebidas para promover o raciocínio geométrico*" (Santos *et al*., 2020, pág. 382), o que ressalta uma visão bastante positiva da tecnologia como aliada

para a construção conceitual. Corroborando essa perspectiva, A12 afirma que não basta possuir equipamentos sofisticados, já que "*a máquina não possibilita a compreensão*" se não houver interação de qualidade (Chiari *et al.*, 2019, pág. 1025-1026). Essa postura sustenta a ideia de que o valor da tecnologia depende exclusivamente do uso que dela se faz, afastando qualquer noção de agência ou influência autônoma dos artefatos sobre os processos educativos. Ao manter a tecnologia em um papel estritamente instrumental – complementar ao Ensino e subordinada à mediação humana – ignora-se, como discutido nos tópicos 5.1 e 5.2, os modos como ela pode também condicionar práticas, reorganizar interações e influenciar a produção de conhecimento.

Tendo em vista a predominância de defesas à concepção instrumentalista, vale destacar aqueles que a exibem de maneira fundamental. A24 se enquadra nessa categoria ao questionar se "*disciplinas que apenas discutem, teoricamente, a informática no ensino [...] são suficientes para uma futura prática docente*" (Azevedo *et al.*, 2013, pág. 668). Essa proposição pode levar ao descrédito da parte teórica, colocando a parte prática (técnica) em um grau de importância superior. De uma linha específica, A5 descreve materiais grafotáteis e *softwares* como meios assistivos para a "*materialização de conceitos*" para estudantes com deficiência visual (Bernardo, 2022, pág. 54), enquanto A15 enfatiza que a tecnologia "*[potencializa] a análise, interpretação e construção de modelos matemáticos com auxílio do computador*" (Silva *et al.*, 2018, pág. 697).

Essas defesas ao instrumentalismo ressaltam a adaptabilidade de ferramentas para democratizar o acesso, ainda que não aprofundem discussões sobre impactos socioculturais.

Outros autores problematizam, ainda que de modo pontual, a concepção instrumentalista em suas seções teóricas. A1, que teve como objetivo desenvolver uma abordagem educativa que promovesse uma relação ativa e crítica de crianças de 4 e 5 anos com a tecnologia, integrando conceitos de ciência, design, engenharia, Matemática e computação, alerta para "*uma visão reducionista do uso das tecnologias*" (Hai *et al.*, 2023, pág. 6), questionando a superficialidade no manuseio de celulares e tablets, o que coloca as crianças e adolescentes em um amplo mercado de consumo, onde suas percepções sobre si mesmos e os outros são moldadas sem que realmente compreendam, assimilem ou dominem a tecnologia.

A22, que teve como objetivo apresentar um recurso didático tecnológico que integra a etnomatemática xavante ao ensino de probabilidade condicional por meio do Scratch, segue a mesma linha de A1 ao lembrar que, se o método de ensino continua tradicional, "*o computador assume a função de máquina de ensinar"* (Costa, 2014, pág. 1099), o que indica o risco de reproduzir modelos pouco transformadores, mesmo quando a tecnologia se faz presente no contexto educacional. Nas palavras do autor, ao utilizar ferramentas computacionais, precisamos estar preparados para:

> [u]ma relativização da importância das competências de cálculo e de simples manipulação simbólica, que podem ser realizadas de forma mais rápida e eficiente; [u]m reforço do papel da linguagem gráfica e de formas de representação, permitindo novas estratégias de abordagem dos mais variados problemas; [u]ma atenção redobrada às capacidades intelectuais de ordem mais elevada, que se situam para além do cálculo e da simples compreensão de conceitos e relações matemáticas (Mendes, 2009, pág. 114).

De um viés mais firme, encontramos alguns posicionamentos que problematizam fundamentalmente a concepção instrumentalista. A4, por exemplo, negam "*o processo impositivo pedagógico mecanizado*" (Azevedo *et al.*, 2022, pág. 217) e colocam em "*suspensão a produção de eletrônicos (jogos e dispositivos robóticos) como fim em si mesmo*". A8, de modo parecido, traz cautela em relação a "*modismos do século 21*" ao salientar que não se pode reduzir o Ensino de Matemática ao "*ato minimalista de fazer por fazer artefatos*" (Azevedo; Maltempi, 2021, pág. 85). Essas posturas atingem o cerne da concepção instrumentalista ao questionar se o uso técnico da tecnologia, por si só, promoveria transformações ou apenas perpetuaria práticas engessadas.

No que tange à dimensão prática dos excertos dos artigos analisados que defendem fundamentalmente a concepção instrumentalista, A2, que categorizou ações pedagógicas para incluir estudantes com paralisia cerebral, analisando 214 excertos de entrevistas com 13 professores e 11 alunos, destaca depoimentos de estudantes com paralisia cerebral que encontraram nas TDs um "*meio de comunicação ou de recurso para o ensino*" (Ribeiro; Lara, 2023, pág. 101), como:

> Antônia, a qual afirmou o quanto recursos como tabuadas, calculadoras e até mesmo *softwares* matemáticos reduzem as dificuldades encontradas por pessoas com PC (Ribeiro; Lara, 2023, pág. 101).
> Severus, com deficiência visual devido à PC, as calculadoras que emitem som, cujo recurso pode ser encontrado em sites ou nas próprias calculadoras, foram fundamentais para seu aprendizado (Ribeiro; Lara, 2023, pág. 101).

Nesse contexto específico, os estudantes destacaram a tecnologia informatizada

como ferramenta fundamental de comunicação e suporte para o aprendizado, permitindo que este se "*aproximasse ao máximo dos demais estudantes*" (Ribeiro; Lara, 2023, pág. 105). Não quer dizer que o instrumentalismo tenha um impacto negativo na vida dos estudantes, muito pelo contrário. A análise só pretende expor que há uma ênfase no instrumental especificamente nos textos dos trabalhos.

Na mesma linha, A1 relata atividades com Arduino e protoboard, nas quais crianças experimentaram conceitos científicos "*utilizando-se da linguagem científica*" (Hai *et al.*, 2023, pág. 11), buscando evidenciar como a manipulação de circuitos eletrônicos concretiza abstrações. Já A3, que investigou desafios e potencialidades do ensino *online* de Matemática, analisando 16 trabalhos de 84 estudantes de Engenharia que aplicaram Cálculo Diferencial, Modelagem Matemática e GeoGebra em uma Avaliação Baseada em Problemas, cita que o uso do *software* contribuiu para "*a atividade matemática torna[r]-se muito mais rica e cativante para o aluno*" (Paulo; Lucas, 2022, pág. 1243).

Por outro lado, práticas excessivamente instrumentalistas reduzem o aprendizado à mera operacionalização técnica, negligenciando a construção crítica do conhecimento e a ressignificação dos conceitos científicos pelos estudantes, o que levanta problematizações relacionadas à profundidade da compreensão promovida por essas atividades.

Em contraste a A1, A4 e A28 problematizam aplicações que perpetuam modelos tradicionais. Enquanto A4 critica a robótica descontextualizada, defendendo que o pensamento computacional deve ir além de algoritmos, focando em "*resolver problemas emergentes em sociedade*" (Azevedo *et al.*, 2022, pág. 218), A28, que analisam o uso do *software* GeoGebra e investigam como 6 futuros professores de Matemática enfrentaram imprevistos ao elaborar e aplicar atividades investigativas em oito encontros e duas oficinas no Ensino Médio, advertem que o uso de TDs sem intencionalidade pedagógica resulta em práticas "*mecânica[s], cega[s], sem direção e, por isso, sem eficácia.* " (Silva; Penteado, 2013, pág. 290).

Esses exemplos ampliam o debate ao questionar o uso irrefletido das tecnologias. Enquanto alguns autores destacam o potencial motivador dos dispositivos digitais, outros ressaltam a necessidade de embasamento, intencionalidade, planejamento e, sobretudo, responsabilidade. Concentrar-se apenas nos benefícios pode

levar a uma visão ingênua, atribuindo à tecnologia um poder absoluto. Por isso, é fundamental considerar suas implicações sociais, políticas e econômicas para garantir um uso mais consciente e responsável.

Em suma, a maior parte das práticas estudadas defende a concepção instrumentalista, pois a tecnologia aparece como recurso subordinado à ação humana, sem atribuir a ela qualquer grau de autonomia. Há, porém, uma problematização que alerta para o perigo de perpetuar práticas tradicionais e negligenciar reflexões mais profundas sobre seus impactos sociopolíticos e econômicos. Tendo em vista as problemáticas levantadas em algumas práticas e levando em consideração as conclusões dos subtópicos anteriores, propomos uma adoção mais crítica que examine como cada ferramenta afeta e é afetada pelo processo educacional e pela formação dos estudantes.

5.4 – A Concepção Universalista da Tecnologia no Ensino de Matemática

Veraszto (2009) conceitua a concepção universalista da tecnologia como uma perspectiva que entende o desenvolvimento tecnológico como um processo autônomo, neutro e independente de contextos sociais, culturais ou históricos específicos. De acordo com essa abordagem, a tecnologia é vista como um fenômeno dotado de uma lógica intrínseca e universal, que avança de forma linear e cumulativa, seguindo princípios puramente técnicos e científicos. Nessa visão, as inovações tecnológicas seriam inevitáveis e determinadas por sua própria racionalidade, aplicáveis a qualquer sociedade independentemente de suas particularidades.

O universalismo, portanto, tende a negligenciar o papel das dinâmicas sociais, dos valores culturais e das escolhas humanas na configuração das tecnologias, enfatizando, em vez disso, seu caráter supostamente neutro e seu impacto homogeneizante em escala global.

Nesse subtópico, buscamos questionar a concepção universalista da tecnologia em contextos de ensino. Nossas análises indicam que há trechos que defendem essa perspectiva de modo fundamental, por exemplo: A6, A11 (parte prática) e A26 (parte teórica). Outros defendem pontualmente, como A1 (parte teórica), A3 (parte teórica e

prática), A7 (parte prática), A9 (parte teórica), A10, A13 (parte teórica), A14 (parte teórica), A17 (parte teórica), A20, A21 (parte prática), A24 (parte teórica), A27, A29 e A34. Observamos ainda passagens que apresentam problematizações fundamentais, a exemplo de A4, A5 (parte prática), A6 (parte prática), A7 (parte teórica), A11 (parte prática), A14, A22 (parte teórica) e A23 (parte prática). Outras promovem questionamentos pontuais, destacando-se A2 (parte prática), A5 (parte teórica), A8 (parte teórica), A9 (parte teórica), A12 (parte teórica), A15 (parte prática), A16 (parte prática), A18 (parte prática), A24 (parte prática), A25 (parte teórica), A28, A30, A31 e A33 (parte teórica).

Nosso objetivo consiste em examinar a existência de concepções diametralmente opostas em relação ao universalismo da tecnologia nas práticas analisadas, identificando como autores abordam a implementação de TDs no Ensino de Matemática, suas implicações, aplicabilidade universal, capacidade de adaptação a contextos diversos e impactos na construção do conhecimento.

Começando pela parte teórica, alguns estudos defendem a concepção universalista de modo pontual. Por exemplo, A9 – que analisou a aprendizagem de Matemática e Física com Robótica Educacional Livre, utilizando Arduino e sensores ultrassônicos, em um estudo qualitativo com estudantes do 9º ano, explorando conceitos como velocidade média e ondas ultrassônicas – ressalta o argumento de Papert (1980) de que "*a presença do computador deve ter efeitos mais fundamentais no desenvolvimento intelectual do que aqueles efeitos produzidos por outras tecnologias, inclusive a televisão e até mesmo a imprensa*" (Silva; Barbosa, 2022, pág. 4).

Em apoio, A1 enfatiza o potencial das linguagens de programação e do empoderamento do usuário final como proposto por Fischer, Fogli e Piccino (2017), destacando o conceito de *metadesign*[43], pois ele "*requer o desenvolvimento de soluções sociotécnicas que possam empoderar o usuário [...] durante o uso*" (Hai *et al.*, 2023, pág. 9). Consideramos tais argumentos relevantes dado que mostram a crença de que a criação de sistemas adaptáveis sustenta um ensino mais amplo.

[43] O termo refere-se à criação de sistemas projetados para se adaptarem a mudanças, evoluindo com os usuários e permitindo que sejam moldados, modificados e programados por eles. O conceito exige o desenvolvimento de soluções sociotécnicas que capacitem o usuário a modificar os sistemas não apenas na fase de programação, mas principalmente durante o uso, proporcionando um benefício social desejado. Trata-se da ideia de *design* para o *design*, ou seja, criar uma solução que possa ser alterada pelo usuário final enquanto é utilizada.

Outro exemplo aparece em A26, que aponta a "*perspectiva investigativa*" (Lopes, 2013, pág. 637) no uso de *softwares* de geometria dinâmica como maneira de superar dificuldades de ensino. Esse trecho mostra um caráter universal ao propor que determinada solução tecnológica funcione em vários contextos de sala de aula a partir de uma "*descrição rápida do software GeoGebra [...] objetivando, com isso, que os professores familiarizem com o software"* (Lopes, 2013, pág. 637).

De outro lado, há autores que problematizam a concepção universalista. A5, por exemplo, em uma problematização pontual, constata que "*cada estudante com baixa visão apresenta suas particularidades*" (Bernardo, 2022, pág. 59), exigindo estratégias individualizadas e questionando uma aplicação genérica de ferramentas digitais. Em A12, Engeström (1987) é citado para ressaltar o argumento de que o uso de artefatos técnicos, por si só, não garante uma aprendizagem equitativa, pois o "*todo unificado*" precisa considerar fatores culturais e históricos (Chiari *et al.*, 2019, pág. 1258). Skovsmose e D'Ambrósio são citados, respectivamente, por A28 e A22, que ampliam a crítica ao vincularem tecnologias padronizadas a colonialismo cultural, marginalizando saberes locais.

Esses exemplos merecem destaque porque evidenciam que, mesmo diante de ferramentas capazes de abranger vários perfis, existe a necessidade de adaptações e de um olhar cuidadoso sobre a heterogeneidade das turmas em diversas dimensões, como o local e o perfil da escola, as questões epistêmicas, o *background* particular dos alunos etc.

Assim, a problematização fundamental se manifesta quando questiona a própria ideia de que as tecnologias possam servir a todos sem reformulações. Os autores de A14 – que investigaram como 9 professores em Cyberformação *mobile* estabelecem conexões matemáticas via *smartphones* e redes sociais, evidenciando aprendizado ubíquo[44], colaboração hipertextual e transformação pedagógica na produção compartilhada do conhecimento matemático –, descreveram que "*[trabalharam] pela formação que se constitua sob o fundo das necessidades da sociedade*" (Rosa; Caldeira, 2018, pág. 1073), mas pontua que o professor não deve se prender a metodologias

[44] refere-se à capacidade de aprender em qualquer lugar, a qualquer momento, de forma contínua e integrada ao cotidiano, utilizando ferramentas digitais disponíveis no ambiente. O conceito enfatiza a acessibilidade e a flexibilidade do aprendizado, permitindo que o conhecimento seja adquirido de maneira natural e contextualizada de maneira compartilhada, sem restrições de tempo ou espaço.

repetitivas. A7, ao citar Walsh (2008; 2013), reforça essa postura ao propor uma visão política das diferenças de gênero e ao indagar o quanto as TDs podem agravar ou atenuar desigualdades.

Esses exemplos ilustram como a noção universalista das TDs na educação pode reforçar desigualdades se não houver uma crítica que considere contextos específicos, necessidades sociais e reformulações pedagógicas contínuas.

Ao passarmos para a parte prática, verificamos autores que defendem pontualmente o uso universal de TDs de avaliação online. A3 realça as potencialidades da metodologia, por exemplo, "*permitir que o uso de ilustrações, agregado à utilização do software GeoGebra por parte dos alunos para representar graficamente e realizar cálculos algébricos para confirmar resultados*" (Paulo; Lucas, 2022, pág. 1251). Em sua prática, A10 realça que o ambiente LEMA "*pode ser utilizado por qualquer criança/jovem com ou sem necessidades educativas especiais*" (Santos *et al.*, 2020, pág. 395). Porém, como já visto anteriormente em A5, cada contexto possui suas especificidades e não permite uma implementação cega e processual que desconsidere os aspectos sociais intra e extraclasses.

Defesas fundamentais da concepção universalista da tecnologia, nas práticas analisadas, como a de A13, enunciam a palavra "*sucesso*" algumas vezes, buscando efetivar o uso das ferramentas digitais. A montagem de experimentos com Arduino são citadas como solução de ensino e não contrastam problemas envolvidos no processo, afirmando que "*em cada um dos casos os experimentos foram empregados com sucesso aliados a metodologia POE de aprendizagem ativa*" (Cid; Correa, 2019, pág. 7).

Já A11 – que investigou como Tecnologias Digitais Educacionais contribuem para a aprendizagem matemática de estudantes com TEA, analisando 24 encontros com dois alunos e evidenciando melhoras na atenção compartilhada e construção de conceitos matemáticos –, observaram uma prática fundamentada pelas "*facilidades fornecidas pelo ambiente informatizado, que possibilitaram a organização e estruturação da atividade, tornando-a previsível e objetiva para os estudantes*" (Souza; Silva, 2019, pág. 1324). Esses trechos corroboram a ideia errônea de que a tecnologia é um recurso robusto e aplicável em diferentes cenários, o que desconsidera os desafios de implementação enfrentados durante o processo.

Portanto, ainda nas práticas relatadas, percebemos a presença de trechos que

apresentam problematizações quanto à concepção universalista da tecnologia. Em A2, a falta de recursos na sala de aula questiona a suposta onipresença da tecnologia, enquanto A4 mostra contextos em que "*o contexto formativo é marcado pela incerteza de soluções eletrônicas*" (Azevedo *et al.*, 2022, pág. 235). A23 afirma que o uso de *blogs* por si só como um instrumento de avaliação não substitui metodologias tradicionais e depende da interação reflexiva dos envolvidos. Assim, frisamos que os trechos referentes à parte prática revelam limitações de infraestrutura e de formação docente, indicando que adoção irrestrita de ferramentas digitais enfrenta barreiras.

Concluímos que, apesar da dualidade, há convergência em que a tecnologia não é um fim, mas um meio que media e é mediado por realidades específicas. Autores divergem no grau de confiança na universalidade, mas concordam que sua eficácia depende de:

- Adaptação a contextos socioculturais, como a educação indígena (A22) e as questões de gênero (A7);
- flexibilidade pedagógica para lidar com diversidade discente, tendo em vista os estudantes com necessidades especiais (A2, A5, A10, A11 etc.); e
- infraestrutura e formação docente, que acabam limitando ou potencializando aplicações, ampliando as desigualdades socioeducacionais devido à diferença na qualidade do ensino.

Como sintetiza Veraszto (2009), a tensão entre universalismo e contextualização é dinâmica: tecnologias podem ampliar o acesso ao conhecimento, mas sua implementação exige diálogo crítico entre inovação, equidade e pluralidade metodológica. A concepção universalista só se sustenta ao reconhecer que ferramentas são tão eficazes e dotadas de valores quanto as estruturas (materiais, culturais, políticas) que as sustentam.

A análise sugere que a concepção universalista é viável apenas como proposta aberta, não como dogma. Seu sucesso depende de reconhecer limites e operar em um espectro que equilibre padronização e customização, inovação e tradição, global e local. A pergunta que fica é: Como pautar políticas educacionais nessa ambiguidade?

5.5 – A Concepção Sociossistêmica da Tecnologia no Ensino de Matemática

Conforme indicado no início do tópico 5, apresentamos as concepções da mais ausente para a menos ausente. A concepção sociossistêmica, além de ser a mais presente, também foi a mais defendida, sendo problematizada pontualmente em apenas 2 dos 34 artigos analisados.

Segundo Veraszto (2009) a concepção sociossistêmica da tecnologia redefine o fenômeno tecnológico como um sistema integrado de relações sociais, políticas, econômicas e culturais, superando visões reducionistas que a limitam a artefatos ou aplicações técnicas. Sua abordagem pode ser sintetizada em cinco eixos centrais:

1. **Tecnologia como processo social aberto e político:** a tecnologia não é um produto neutro ou autônomo, mas um processo dinâmico moldado pela interação de grupos sociais relevantes (como desenvolvedores, usuários, legisladores e instituições), dentro de limites impostos por contextos culturais e econômicos. Cada etapa de desenvolvimento, especialmente quando um artefato se consolida como produto, carrega uma carga política concreta, refletindo escolhas de poder, prioridades econômicas e valores sociais (Acevedo, 2002b; Veraszto, 2004).
2. **Superação da visão instrumentalista:** enquanto a concepção tradicional vê a tecnologia como mera "ciência aplicada" ou conjunto de ferramentas, a visão sociossistêmica, alinhada a autores como Pacey (1983) apud Veraszto (2009), amplia essa definição para incluir três dimensões interligadas:
   - **Técnica:** conhecimentos, habilidades e artefatos;
   - **organizacional:** estruturas econômicas, atividades profissionais e gestão de recursos;
   - **cultural:** valores éticos, objetivos sociais e códigos de comportamento.

   Mudanças em uma dimensão afetam as outras, como inovações organizacionais que demandam ajustes técnicos ou culturais.
3. **Tecnologia como construto social:** Veraszto (2009), seguindo Wynne (1983) e Schienstock (1994), concebe a tecnologia como prática coletiva

que estrutura relações sociais, o que implica:

- A substituição da "*lógica interna dos artefatos*" pela interação entre agentes sociais (como usuários, empresas e governos);
- a priorização de aspectos organizacionais e culturais sobre os técnicos, reconhecendo que soluções tecnológicas eficazes dependem de mudanças sociais, não apenas técnicas;
- a crítica à exclusão de grupos afetados nos processos de P&D[45], que gera inviabilidade social e resistência, evidenciando que eficiência técnica e participação democrática não são excludentes.

4. **Interdependência e não autonomia tecnológica:** A tecnologia integra-se a um ecossistema sociossistêmico, estabelecendo vínculos de dependência mútua com outras tecnologias, parâmetros econômicos e valores culturais. Assim como espécies introduzidas em um ecossistema podem desequilibrá-lo, a transferência indiscriminada de tecnologias entre contextos distintos gera impactos negativos (como desajustes socioeconômicos). Portanto, a tecnologia não é autônoma: é moldada pelo meio e, simultaneamente, o transforma.
5. **Conhecimento tecnológico como prática humana contextual:** O conhecimento tecnológico não se reduz à aplicação de teorias científicas ou ao domínio de artefatos. É um corpo amplo e formal, porém não categorizável como as disciplinas clássicas, pois emerge de atividades humanas concretas. Sua estrutura é definida pelo uso social, incorporando saberes tácitos, valores culturais e dinâmicas de poder, o que exige abordagens interdisciplinares para sua análise, gestão e avaliação.

Os cinco eixos trazidos, portanto, comprometem a fidedignidade das quatro concepções apresentadas anteriormente nos subtópicos 5.1, 5.2, 5.3 e 5.4, destacando a importância de considerarmos a tecnologia como um sistema vivo, cuja viabilidade depende da harmonização entre inovação, técnica, demandas sociais, estruturas organizacionais e valores éticos.

Assim, a concepção sociossistêmica desafia dicotomias como “técnico vs.

[45] processo de investigar e criar inovações para desenvolver novos produtos, serviços ou melhorias tecnológicas.

social" ou "eficiência vs. participação", propondo um modelo holístico em que a tecnologia é, simultaneamente, produto e produtora da sociedade. Essa visão dialoga com a tradição CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade) e antecipa debates contemporâneos sobre justiça tecnológica e governança democrática da inovação.

Dada a importância dessa concepção, destacamos 16 artigos – dentre os 34 – em que a concepção sociossistêmica foi sustentada de maneira fundamental, tanto na fundamentação teórica quanto na aplicação prática. São eles: A4, A6, A7, A8, A12, A14, A16, A18, A21, A22, A23, A24, A25, A28, A29 e A30.

Essa seleção prioriza trabalhos que articulam pressupostos críticos sobre a relação entre tecnologia, educação e sociedade, destacando autores como Borba (1993; 1999; 2005; 2011; 2012; 2014; 2018), Rosa (2008; 2010; 2016; 2017; 2018), Papert (1985; 1991; 2008), Engeström (1987; 2001), D'Ambrosio (2001; 2015), Skovsmose (2008; 2009), entre outros, fundamentam práticas pedagógicas voltadas para o Ensino de Matemática. A abordagem concentrou-se em estudos que integraram reflexões epistemológicas e ações concretas, o que nos permitiu compreender como a tecnologia é construída e reconstruída em contextos educativos.

Analisando o âmbito teórico dos artigos, A4 destaca a Matemática Crítica como eixo para problematizar a neutralidade do conhecimento matemático. Ao citar Powell (2012), argumenta que a aprendizagem deve favorecer situações em que os alunos "*intervenham no mundo a partir do saber crítico matemático em sociedade; [usufruindo] do conhecimento matemático não como estático, [cabal] e neutro*" (Azevedo *et al.*, 2022, pág. 217), posicionando a tecnologia como ferramenta de emancipação social. Essa perspectiva dialoga com A6, que, como já citado, introduz o construto SHCM, enfatizando a moldagem recíproca entre humanos e tecnologias, relação dialética na qual mídias e sujeitos se transformam mutuamente, rompendo hierarquias epistemológicas. Assim, A4 e A6 convergem ao rejeitar visões instrumentalistas, defendendo que a tecnologia não é um artefato neutro, mas um ente impregnado de intencionalidades sociais.

A7 amplia o debate ao vincular tecnologia, gênero e decolonialidade. Ao utilizar o Google Trends para analisar buscas relacionadas a violência contra mulheres, os autores demonstram como plataformas digitais podem "*questionar discursos discriminatórios*" (Rosa apud Rosa e Sachet, 2022, pág. 1252), articulando matemática

com justiça social. Essa práxis insubordinada alinha-se a A8, que associa Pensamento Computacional à invenção de dispositivos robóticos para pacientes com Parkinson, ao afirmar que "*[a sala de aula de Matemática é] lugar de invenção científico-tecnológica*" (Azevedo; Maltempi, 2021, pág. 64). A4 potencializa essa ideia, citando Papert (1991) e Resnick (2017), ao afirmar que a programação transcende a lógica algorítmica, tornando-se um espaço para "*materializar projetos com expertise e responsabilidade científico-social e humana*" (Papert apud Azevedo *et al*., 2022, pág. 219). Observamos, então, uma concepção que enxerga a tecnologia como possibilidade de maior engajamento ético e crítico, alinhado à emancipação de sujeitos e coletivos.

Ainda na dimensão teórica, encontramos em A12 e A14 referências ao papel das mídias na produção coletiva de conhecimento. Em A12, o material didático interativo emerge quando "*a própria interação por escrito com a professora e estudantes, registrada no ambiente, se tornou material didático.*" (Chiari *et al.*, 2019, pág. 1269). Nesse contexto, compreendemos que o coletivo se mostrou decisivo para organizar, reconfigurar e ampliar saberes. Em A14, a ideia de "*Cyberformação*" propõe professores abertos ao "ser-*com-smartphones*" (Rosa; Caldeira, 2018, pág. 1073-1074), valorizando conexões em redes sociais e a possibilidade de fluxos ubíquos de informação[46].

Paralelamente, A16 analisa a polidocência em ambientes virtuais, onde alunos assumem papéis docentes ao compartilhar soluções de exercícios em fóruns. Borba e Villarreal (2005) ressaltam que tal dinâmica redefine a produção de conhecimento como um "*coletivo pensante*" (Almeida e Borba, 2018, pág. 435), no qual mídias e humanos coexistem sem subordinação.

Encerramos a análise teórica com A22 e A23, que abordam a tecnologia como vetor de valorização cultural. O primeiro desenvolve um jogo virtual baseado na numeração xavante, integrando etnomatemática e probabilidade para "*minimizar os conflitos entre a Matemática institucionalizada e a Matemática xavante*" (Costa, 2014, pág. 1107). O segundo utiliza blogs como diários reflexivos de estágio, permitindo que futuros professores registrem "*rastros de tensão [e amadurecimento]*" (Santos *et al.*, 2014, pág. 946). Ambos os trabalhos reforçam que as TDs, longe de serem

[46] A14, citando Rosa e Maltempi (2010), descrevem como a fluidez das interações em redes sociais rompe com modelos pedagógicos hierárquicos, criando "*sistemas fractais de significação*" (Rosa e Caldeira, 2018, p. 1089)

universalizantes, podem ser adaptadas a contextos locais, promovendo diálogos entre culturas e identidades.

Essas ideias evidenciam como a tecnologia ressignifica as relações educativas, favorecendo colaboração e autoria compartilhada, em uma simbiose que redefine a relação com o mundo ao integrar o dispositivo ao corpo e à prática docente, tornando-os indissociáveis.

Passando à perspectiva prática, A4, A6 e A7 descrevem vivências concretas em sala ou em projetos de ensino. Em A4, há a produção de jogos digitais e dispositivos robóticos "*destinados a problemas reais encaminhados pela sociedade*" (Azevedo *et al.*, 2022, pág. 216). A6 destaca que a disciplina que abordou "*aspectos históricos, filosóficos e culturais da tecnologia*" (Santos *et al.*, 2022, pág. 2) resultou em investigações sobre a simbiose humano-mídia, promovendo o protagonismo discente na elaboração de questionários e discursos coletivos. Já em A7, o Google Trends aparece como recurso didático para questionar opressões, levando alunos a analisarem termos como "*violência contra a mulher*" por meio de gráficos e reflexões políticas (Rosa e Sachet, 2022, pág. 1269).

A8, A12 e A14 também ilustram experiências práticas marcadas pela interdependência social e tecnológica. Em A8, a construção de "*dispositivos robóticos destinados ao tratamento de sintomas da doença de Parkinson*" (Azevedo e Maltempi, 2021, pág. 216) se alinha à ideia de melhoria de realidades locais. Em A12, analisamos cursos à distância em que professores e alunos apropriam-se de ambientes virtuais para produzir materiais didáticos interativos (Chiari *et al.*, 2019, pág. 1269). Em A14, surgem conexões entre professores "*plugados*" a redes digitais, compartilhando questionamentos em tempo real (Rosa e Caldeira, 2018, pág. 1086). Esses elementos mostraram usos concretos da tecnologia, onde o protagonismo estudantil e o envolvimento docente caminharam juntos.

Em A16, A23 e A24, observamos a aplicação prática da tecnologia na educação a distância, no estágio docente e na criação de WebQuests, respectivamente. A16 exemplifica fóruns e vídeos que "*enriquecem o ambiente com muita informação*" (Almeida e Borba, 2018, pág. 439), de modo que alunos assumem papéis docentes ao auxiliar colegas. Em A23, o uso de *blogs* para narrar experiências de estágio mostrou que "*os afetos e desafetos, dificuldades, medos, expectativas [...] faziam parte dos blogs*

como atores principais" (Santos *et al.*, 2014, pág. 946). Em A24, as oficinas de formação continuada aliadas ao "*site construtor*" WebQuestfacil sublinham "*docentes [aprendendo] a manusear software, a capturar vídeos, imagens, sons e a pesquisar na web*" (Azevedo *et al.*, 2013, pág. 674). Vemos, portanto, a materialização prática do coletivo sociossistêmico.

Por fim, A25 aborda o GeoGebra em oficinas, onde a interação professor-*software*-objeto incentiva descobertas (Abar e Alencar, 2013, pág. 361-362). Já A28 aponta que "*aulas de Matemática com uso de softwares de geometria dinâmica*" favorecem "*imprevistos*" e impulsionam novos aprendizados (Silva e Penteado, 2013, pág. 289). Em A29, docentes antes restritos a rotinas presenciais passam a inserir "*chats, fóruns de discussão e videoaulas*" (Melillo e Kawasaki, 2013, pág. 476), ampliando a mediação pedagógica. Em A30, a realidade do "*mundo cibernético*" desponta na Modelagem Matemática, porque "*o uso da tecnologia foi fundamental*" (Dalla Vechia; Maltempi, 2012, pág. 987).

Concluímos que os trechos selecionados (nas partes teóricas e práticas) sustentam fortemente a concepção sociossistêmica, enfatizando que a tecnologia é produto de relações sociais e culturais, além de atuar como agente transformador dessas mesmas relações.

Ao rejeitarem visões instrumentalistas e dicotômicas, os trabalhos analisados indicam que uma abordagem sociossistêmica no Ensino de Matemática promove práticas educativas críticas e emancipadoras, capazes de integrar inovação tecnológica, diversidade cultural e protagonismo coletivo. Essa perspectiva destaca o ensino como espaço vivo, no qual tecnologias e sujeitos constroem juntos um saber matemático comprometido com o diálogo social, ético e político.

Considerações Finais

Este estudo examinou atividades empíricas que integram TDs no Ensino de Matemática, destacando as transformações ocasionadas pelas TDs. Utilizando uma análise bibliométrica e mista, realizada com base na revisão de publicações da plataforma SciELO, os resultados revelaram tendências, desafios e oportunidades na implementação das TDs no Ensino de Matemática.

A análise feita indica uma flutuação na publicação de atividades empíricas que adotam TD no Ensino de Matemática, mostrando que persistem desafios significativos, como a desigualdade no acesso à tecnologia, a formação docente e a necessidade de renovar práticas pedagógicas tradicionais. Isso é visto nas palavras-chave que ainda apresentam uma tentativa muito forte de marcar o uso de TDs no Ensino de Matemática como uma linha específica dentro da área.

Os autores citados e as comunidades geradas pela árvore de similitude, que estruturalmente provêm dos próprios textos dos artigos, revelaram uma série de temas e objetos de pesquisa que buscam uma visão mais crítica e reflexiva, tais como: a relação da Matemática com a tecnologia na sociedade; o papel do professor e dos alunos nas mudanças tecnológicas no Ensino de Matemática; as relações de gênero no Ensino de Matemática que usam TDs; e as concepções de tecnologia presentes nos trabalhos da área.

Na segunda parte do estudo, realizamos uma análise qualitativa dos 34 artigos selecionados na Etapa III da metodologia. Esse levantamento confirmou o predomínio da concepção sociossistêmica, descrita por Veraszto (2009), e evidenciou que as práticas educativas exploraram contextos diversos, dos Anos Iniciais ao Ensino Superior. Os autores adotaram tecnologias como GeoGebra, Arduino e outras plataformas digitais, com métodos que, em muitos casos, foram ajustados ao perfil das turmas e aos objetivos pedagógicos. No entanto, as concepções adotadas revelaram diferentes visões sobre o papel das TDs no Ensino de Matemática, expondo tensões entre abordagens mais sistêmicas e mais restritivas.

A partir da pergunta inicial – ***Quais concepções de tecnologia predominam em atividades empíricas de Ensino de Matemática com Tecnologias Digitais, e de que***

maneira elas evidenciam tensões entre abordagens mais sistêmicas e mais restritivas no uso dessas tecnologias? – identificamos cinco concepções principais que orientam o uso das TDs, mas apenas uma delas demonstrou uma compreensão crítica e integrada do fenômeno:

- **Determinista:** Essa concepção enxerga a tecnologia como uma força autônoma, capaz de moldar o processo educativo de maneira independente. No entanto, essa visão ignora o papel ativo de professores e estudantes, reduzindo o ensino a uma sequência de comandos definidos pela ferramenta. Em vez de promover reflexão, o determinismo limita o espaço para escolhas pedagógicas críticas, transformando o professor em executor e o estudante em receptor passivo. A crença de que o *software* ou o dispositivo define o aprendizado desconsidera as interações sociais e culturais que são essenciais na educação.
- **Neutralidade:** Defendida em muitos relatos que descrevem recursos assistivos ou avaliações *on-line*, a concepção de neutralidade tecnológica pressupõe que as TDs são ferramentas imparciais, isentas de valores. Contudo, essa é uma visão ilusória. Na prática, as desigualdades de infraestrutura e formação docente expõem a dependência de fatores socioeconômicos. Assim, tecnologias que deveriam promover equidade acabam por reforçar desigualdades, pois as condições de acesso e uso variam drasticamente entre contextos. A neutralidade, portanto, é uma fachada que oculta disputas por poder e privilégios.
- **Universalista:** A concepção universalista apresenta as tecnologias como soluções aplicáveis a qualquer contexto, ignorando diferenças culturais, sociais e econômicas. Nos artigos que adotam essa concepção, as ferramentas são apresentadas como eficazes para qualquer turma, mas, na prática, esbarram na diversidade de realidades: grupos indígenas, estudantes com deficiência e questões de gênero evidenciam a inadequação de soluções genéricas. Portanto, a abordagem universalista negligencia um princípio básico da educação: a necessidade de contextualização.
- **Instrumentalista:** A concepção mais frequente (mas não

necessariamente a mais defendida) nos estudos analisados, o instrumentalismo trata a tecnologia como recurso subordinado a objetivos pedagógicos. No entanto, essa visão muitas vezes se limita ao uso técnico e repetitivo de *softwares* e plataformas. Professores aplicam TDs apenas para reproduzir métodos tradicionais, sem explorar o potencial crítico e criativo dessas ferramentas. Assim, o instrumentalismo transforma a tecnologia em um fim em si mesmo, ignorando que o verdadeiro impacto educacional depende da mediação pedagógica, da reflexão e da adaptação ao contexto.

- **Sociossistêmica:** Em contraste, a concepção sociossistêmica, sustentada em quase metade dos estudos (18 artigos, dos quais 16 com defesa fundamental), oferece uma leitura integrada e crítica do uso das TDs no Ensino de Matemática. Diferente das demais, que veem a tecnologia como ferramenta neutra, autônoma ou apenas técnica, a visão sociossistêmica reconhece que as TDs são produto e agente das relações sociais, culturais e políticas. Nessa perspectiva, infraestrutura, formação docente e contexto local são variáveis interdependentes. O aprendizado não decorre apenas do uso da ferramenta, mas das interações que ela possibilita, das negociações de sentido e das adaptações às necessidades específicas de cada grupo. Essa concepção propõe uma abordagem crítica e reflexiva, que transforma a tecnologia em um meio de promover inclusão, diálogo e autonomia.

Durante a análise, identificamos desafios recorrentes que reforçam a necessidade de uma visão crítica e contextualizada das TDs: adaptação inicial às ferramentas, desigualdade de infraestrutura, capacitação docente insuficiente e dificuldades logísticas. Esses obstáculos evidenciam que abordagens exclusivamente deterministas, neutralistas, universalistas ou instrumentalistas são insuficientes e, em alguns casos, até prejudiciais, pois simplificam a complexidade do processo educativo.

Concluímos que a concepção sociossistêmica se destaca em quase metade dos estudos analisados, especialmente nos artigos A6, A7, A8, A12, A14, A16, A18, A22, A23, A24 e A28, tanto na fundamentação teórica quanto na prática. Essa perspectiva reconhece o papel das tecnologias e as insere em um sistema de relações sociais, onde

professores e alunos são agentes ativos. Ela oferece uma compreensão integrada de como as TDs influenciam e são influenciadas pelas dinâmicas escolares, destacando a importância da interdisciplinaridade, da adaptação ao contexto local e da participação ativa.

Além disso, análise quantitativa das Etapas I e II, alinhada aos achados qualitativos da Etapa III, confirma que a tecnologia opera como um sistema social dinâmico. Os resultados educacionais não dependem apenas de ferramentas, mas das interações entre sujeitos, métodos, contextos e atualizações temporais. Diante disso, propomos uma comparação entre práticas pedagógicas em realidades socioeconômicas distintas, para problematizar condições de equidade e estratégias de adaptação.

Para avançar, sugerimos a criação de uma rede de estudos de caso, que funcione como um repositório de experiências contextualizadas, aberto a atualizações e ajustes. Esse repositório pode valorizar dinâmicas locais e fortalecer práticas pedagógicas mais responsivas às especificidades de cada território, promovendo um Ensino de Matemática com Tecnologias Digitais mais inclusivo, crítico e transformador.

Ademais, durante a defesa desta dissertação, a inteligência artificial (IA) emerge como um campo de disputas discursivas e de poder, onde a concepção sociossistêmica se mostra crucial para explicar suas contradições. Conforme analisado por Conte *et al*. (2025), os algoritmos preditivos e generativos não são neutros, mas reproduzem e amplificam hierarquias sociais existentes, como vieses cognitivos em decisões judiciais (Toledo; Pessoa, 2024) ou a massificação de desinformação que reforça estereótipos (Barroso; Mello, 2024). Essa dinâmica evidencia que a IA opera como um sistema social dinâmico, no qual infraestruturas técnicas, interesses corporativos e estruturas políticas se entrelaçam. Por exemplo, a opacidade algorítmica discutida em estudos sobre o Judiciário brasileiro revela como a tecnologia pode cristalizar desigualdades ao mascarar processos decisórios sob uma falsa neutralidade.

A abordagem sociossistêmica, portanto, desvela que a IA não é autônoma, mas um artefato cultural que reflete e modifica relações de poder, exigindo uma regulação crítica que contemple sua interdependência com contextos institucionais e humanos. Dessa maneira, "*como o Direito é uma construção social e cultural, os reflexos da inserção de um novo ser na categoria sujeito de direito deve possuir reconhecimento dos demais já assim enquadrados*" (Santos, 2021, p. 245).

Outra discussão atual versa sobre o uso de celulares nas escolas. No que tange às discussões, as evidências apontam para um equilíbrio delicado. Pesquisas citadas pela OCDE (2024) demonstram que o uso excessivo (acima de 5 horas diárias) reduz em 49 pontos o desempenho em matemática, enquanto o uso moderado (1-5 horas) pode ser benéfico. Contudo, proibições absolutas mostram eficácia modesta: em 53% das escolas analisadas, houve melhora no bem-estar, mas sem impacto significativo no aprendizado de longo prazo. Esses dados sugerem que a questão central não é proibir ou permitir, mas educar para o uso responsável. Como destacado no estudo de Böttger e Zierer (2024), a restrição só funciona quando integrada a programas pedagógicos que envolvem alunos na definição de regras e capacitam professores para mediação crítica (Alves, 2024).

Essa perspectiva alinha-se à concepção sociossistêmica, pois reconhece que o celular não é meramente uma ferramenta, mas um elemento inserido em redes de interações sociais que demandam adaptação contextualizada.

Por fim, a insubstituibilidade das trocas humanas frente à tecnologia revela-se em múltiplas dimensões. A dialogicidade, citada por Conte *et al*. (2025), enfatiza que a construção de sentidos na educação depende de interações presenciais, onde gestos, tonalidades emocionais e negociações coletivas moldam a aprendizagem. Mesmo os sistemas de IA avançados, como os discutidos por Santos (2021), são incapazes de replicar juízos éticos contextualizados ou compreender nuances afetivas inerentes às relações professor-aluno. Na análise de Crary (2016), retomada em debates sobre compulsão digital, a substituição de interações humanas por mediações tecnológicas corrói a capacidade de concentração profunda e empatia, elementos fundantes da experiência educativa (Zuin; Zuin, 2018).

Assim, a tecnologia pode ampliar recursos, mas nunca substituir o humano. Mesmo com os avanços mais recentes, quem deve orientar seu uso são os valores éticos historicamente construídos – solidariedade, justiça e alteridade – e não o contrário.

Referências

ABAR, Celina Aparecida Almeida Pereira; ALENCAR, Sergio Vicente. A Gênese Instrumental na Interação com o GeoGebra: uma proposta para a formação continuada de professores de Matemática. **Bolema: Boletim de Educação Matemática**, v. 27, p. 349-365, 2013.

ABMES (Associação Brasileira de Mantenedoras de Ensino Superior). **Resolução CNE/CEB nº 2, de 20 de dezembro de 2019**. Disponível em: https://abmes.org.br/arquivos/legislacoes/Resolucao-CNE-CEB-002-2019-12-20.pdf. Acesso em: 13 jun. 2024.

ACEVEDO DÍAZ, José Antonio. La tecnología en las relaciones CTS. Una aproximación al tema. **Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas**, p. 35-44, 1996.

ACEVEDO DÍAZ, José Antonio et al. Creencias sobre la tecnología y sus relaciones con la ciencia. **Revista electrónica de enseñanza de las ciencias**, v. 2, n. 3, p. 353-376, 2003.

Agência Brasil. **Todos os estados brasileiros adotaram a Estratégia Nacional de Escolas Conectadas**. 2024. Disponível em: https://agenciagov.ebc.com.br/noticias/202401/todos-os-estados-brasileiros-adotaram-a-estrategia-nacional-de-escolas-conectadas.

ALMEIDA, Helber Rangel Formiga Leite de; BORBA, Marcelo de Carvalho. Interações colaborativas e o papel do aluno na polidocência. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 24, n. 2, p. 431-448, 2018.

ALVES, Gisele. *Efeitos do uso de celulares sobre resultados educacionais dos estudantes*. **Revista Educação**, 9 dez. 2024. Disponível em: https://revistaeducacao.com.br/2024/12/09/proibicao-do-celular-escola/. Acesso em: 15 maio 2025.

ASSEMANY, Daniella. Conexões Matemáticas Reveladas na Formação de Professores de Matemática. **Bolema: Boletim de Educação Matemática**, v. 38, p. e230122, 2024.

AULER, D. **Interações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade no contexto da formação de professores de ciências**. 2002. 257 f. Tese (Doutorado em Educação do Centro de Ciências da Educação) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

AZEVEDO, Greiton Toledo de; MALTEMPI, Marcus Vinicius. Invenções robóticas para o Tratamento de Parkinson: pensamento computacional e formação matemática. **Bolema: Boletim de Educação Matemática**, v. 35, p. 63-88, 2022.

AZEVEDO, Marcos Cruz de; PUGGIAN, Cleonice; FRIEDMANN, Clícia Valladares Peixoto. WebQuests, oficinas e guia de orientação: uma proposta integrada para a formação continuada de professores de matemática. **Bolema: Boletim de Educação Matemática**, v. 27, p. 663-680, 2013.

BARROSO, Luís Roberto. Revolução tecnológica, crise da democracia e mudança climática. Revista Estudos Institucionais, v. 5, n. 3, p. 1262, 2019.

BARROSO, Luís Roberto; MELLO, Patrícia Perrone Campos. Inteligência artificial: promessas, riscos e regulação. Algo de novo debaixo do sol. **Revista Direito e Práxis**, v. 15, n. 04, p. e84479, 2024.

BENNETT, S.; MATON, K.; KERVIN, L. The 'digital natives' debate: A critical review of the evidence. **British Journal of Educational Technology**, v. 39, n. 5, p. 775-786, 2008.

BERNARDO, Fábio Garcia. Vivências, Percepções e Concepções de Estudantes com Deficiência Visual nas Aulas de Matemática: os desafios subjacentes ao processo de inclusão escolar. **Bolema: Boletim de Educação Matemática**, v. 36, n. 72, p. 47-70, 2022.

BITTAR, Marilena. A abordagem instrumental para o estudo da integração da tecnologia na prática pedagógica do professor de matemática. **Educar em revista**, p. 157-171, 2011.

BOGDAN, Robert; BIKLEN, Sari. Investigação qualitativa em Educação: fundamentos, métodos e técnicas. In: **Investigação qualitativa em educação**. Portugal: Porto Editora, 1994, p. 15-80.

BORBA, M. C.; ALMEIDA, H. R. F. L. D.; CHIARI, A. S. D. S. Tecnologias Digitais

e a relação entre teoria e prática: uma análise da produção em trinta anos de BOLEMA. **Bolema: Boletim de Educação Matemática**, n. 29, p. 1115-1140, 2015.

BORBA, Marcelo C.; GADANIDIS, George. Virtual communities and networks of practising mathematics teachers: The role of technology in collaboration. In: **International Handbook of Mathematics Teacher Education: Volume 3**. Brill Sense, 2008. p. 181-206.

BORBA, Marcelo Carvalho; ASKAR, P.; ENGELBRECHT, J.; GADANIDIS, G.; LLINARES, S.; AGUILAR, M. S. Digital technology in mathematics education: Research over the last decade. In: **Proceedings of the 13th International Congress on Mathematical Education: ICME-13**, p. 221-233. Springer International Publishing, 2016.

BORBA, Marcelo Carvalho; PENTEADO, Miriam Godoy. Pesquisas em informática e educação matemática. **Educação em Revista**, n. 36, p. 239-253, 2002.

BORBA, Marcelo Carvalho; SOUTO, Daise Lago Pereira; CANEDO JUNIOR, Neil da Rocha. **Vídeos na Educação Matemática: Paulo Freire e a quinta fase das Tecnologias Digitais**. Belo Horizonte: Autêntica, 2022.

BOSSI, Kátia; SCHIMIGUEL, Juliano. UTILIZAÇÃO DAS TECNOLOGIAS DIGITAIS NO ENSINO DA ESTATÍSTICA: UMA VISÃO BASEADA EM ANÁLISE DE DISSERTAÇÕES E TESES. 2023.

BÖTTGER, Tobias; ZIERER, Klaus. To ban or not to ban? A rapid review on the impact of smartphone bans in schools on social well-being and academic performance. **Education Sciences**, v. 14, n. 8, p. 906, 2024.

BUOLAMWINI, Joy; GEBRU, Timnit. Gender shades: Intersectional accuracy disparities in commercial gender classification. In: **Conference on fairness, accountability and transparency**. PMLR, 2018. p. 77-91.

BRASIL. **Decreto nº 9.057, de 25 de maio de 2017.** Regulamenta o art. 80 da Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 25 maio 2017. Seção 1, p. 3. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2017/Decreto/D9057.htm. Acesso em: 15 maio 2025.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC, 2018.

CARVALHO, Tainá de Araújo et al. A contextualização no ensino CTS: uma análise das redes sociais. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 14, n. 1, 2021.

CARVALHO, Thiago Silva; MOTA, Daniel Marques; SAAB, Flávio. Utilização do software IRaMuTeQ na análise de contribuições da sociedade em processo regulatório conduzido pela Agência Nacional de **Vigilância Sanitária. Vigilância Sanitária em Debate: Sociedade, Ciência & Tecnologia**, v. 8, n. 1, p. 10-21, 2020.

CHIARI, Aparecida Santana de Souza; BORBA, Marcelo de Carvalho; SOUTO, Daise Lago Pereira. A teoria da atividade na produção de material didático digital interativo de matemática. **Bolema: Boletim de Educação Matemática**, v. 33, p. 1255-1275, 2019.

CHRISPINO, Álvaro. Introdução aos enfoques CTS–Ciência, Tecnologia e Sociedade–na educação e no ensino. **Documentos de trabajo de iberciencia**, v. 4, 2017.

CID, A. S.; CORREA, T. Venturino: análise da variação de pressão em um tubo de Venturi utilizando Arduino e sensor de pressão. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 41, p. e20180333, 2019.

CONTE, Elaine et al. Inteligência artificial e construção da autoria: disputas discursivas na era algorítmica, 2025.

COSTA, Bruno José Ferreira da; TENÓRIO, Thaís; TENÓRIO, André. A Educação Matemática no Contexto da Etnomatemática Indígena Xavante: um jogo de probabilidade condicional. **Bolema: Boletim de Educação Matemática**, v. 28, n. 50, p. 1095-1116, 2014.

CRARY, J. Capitalismo tardio e os fins do sono. São Paulo: Ubu, 2016.

CROCHÍC, José Leon; MASSOLA, Gustavo Martineli; SVARTMAN, Bernardo Parodi. A ideologia do cientificismo. **Psicologia USP**, v. 26, n. 1, p. 1-3, 2015.

CUPANI, Alberto. **Filosofia da tecnologia: um convite**. 3. ed. Florianópolis: Editora da UFSC, 2016. 233 p. ISBN 978.85.328.0791-5.

CUTCLIFFE, S. H. **Ideas, máquinas y valores: los estudios de ciencia, tecnología y**

sociedad. Barcelona: Anthropos Editorial, 2003.

DA PONTE, João Pedro; BROCARDO, Joana; OLIVEIRA, Hélia. **Investigações matemáticas na sala de aula**. Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2003.

DA SILVA BARBOSA, Luciana Leal; MALTEMPI, Marcus Vinícius. Matemática, Pensamento Computacional e BNCC: desafios e potencialidades dos projetos de ensino e das tecnologias na formação inicial de professores. **Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 3, n. 3, 2020.

DALLA VECCHIA, Rodrigo; MALTEMPI, Marcus Vinicius. Modelagem Matemática e Tecnologias de Informação e Comunicação: a realidade do mundo cibernético como um vetor de virtualização. **Bolema: boletim de educação matemática**, v. 26, p. 963-990, 2012.

Engelbrecht, J., Borba, M.C. Recent developments in using digital technology in mathematics education. **ZDM Mathematics Education**, v. 56, 281–292 (2024). https://doi.org/10.1007/s11858-023-01530-2

GARNICA, Antonio Vicente M.; BICUDO, Maria Aparecida Vigginani. Apresentação. **Bolema**, Rio Claro (SP), v. 25, n. 41, p. vii-ix, dez. 2011.

GERALDO, Willian Bala; PENTEADO, Miriam Godoy. Matemática inclusiva-reflexões sobre a resistência em sala de aula. In: **X Encontro Nacional de Educação Matemática**. Salvador, 2010.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

HARDING, Ansie; ENGELBRECHT, Johann. Personal learning network clusters: A comparison between mathematics and computer science students. **Journal of Educational Technology & Society**, v. 18, n. 3, p. 173-184, 2015.

HAI, Alessandra Arce; NERIS, Vânia Paula de Almeida; NERIS, Luciano de Oliveira; VIVALDINI, Kelen Cristiane Teixeira. Descobrindo o computar: tecnologia, ciências, design e computação para crianças de 4 e 5 anos. **Cadernos CEDES**, Campinas, v. 43, n. 120, p. 5-18, 2023.

HARRIS, Dale M. et al. Exergaming as a viable therapeutic tool to improve static and dynamic balance among older adults and people with idiopathic Parkinson's disease: a

systematic review and meta-analysis. **Frontiers in aging neuroscience**, v. 7, p. 167, 2015.

KEIRL, S. Mitcham's Fourth: a case for foregrounding volition when framing Design and Technology Education. 2018.

LACERDA, Caroline Côrtes; SEPEL, Lenira Maria Nunes. INTEGRAÇÃO ENTRE O PRESENCIAL EO VIRTUAL NA FORMAÇÃO CONTINUADA DE EDUCADORES: LIMITES, Der2SAFIOS E POTENCIALIDADES. **Educação em Revista**, v. 40, p. e40883, 2024.

LÉVY, P. **As tecnologias da inteligência**. O futuro do pensamento na era da informática. Rio de Janeiro: Editora 34, 1993. (Coleção TRANS).

LIMA, Dioginys Cesar; DANTAS, Josivânia Marisa. Um panorama do elemento Tecnologia na Educação CTS e o ensino de Ciências. **Amazónia: Revista de educação em ciências e matemáticas**, v. 17, n. 39, p. 73-91, 2021.

LOPES, Maria Maroni. Sequência didática para o ensino de trigonometria usando o software GeoGebra. **Bolema: Boletim de Educação Matemática**, v. 27, p. 631-644, 2013.

LOURENÇO, Marcos Luiz; **CABRI-GÉOMÈTRE, I. I. introdução e atividades**. Catanduva: Ed. FAFICA, 2000.

MARCHAND, P.; RATINAUD, P. The similarity analysis applied to textual corpora: the socialist primaries for the French presidential election. In: **JADT 2012**, p. 687-699.

MASSA, Nayara Poliana; DE OLIVEIRA, Guilherme Saramago; DOS SANTOS, Josely Alves. O Construcionismo de Seymour Papert e os computadores na educação. **Cadernos da FUCAMP**, v. 21, n. 52, 2022.

MATOS, Daniel Abud Seabra; JARDILINO, José Rubens Lima. Os conceitos de concepção, percepção, representação e crença no campo educacional: similaridades, diferenças e implicações para a pesquisa. 2016.

MELILLO, Kelly Maria de Campos Fornero Abreu de et al. Kit de primeiros socorros: um guia para professores que, repentinamente, passam a atuar na EaD. **Bolema: Boletim de educação matemática**, v. 27, p. 467-480, 2013.

MEREDYK, Fernanda et al. Desenvolvimento do Saber Tecnológico do professor de Matemática por meio da programação de aplicativos educacionais móveis no software App Inventor 2. **REnCiMa**, v. 13, n. 1, p. 1-23, 2022.

MIGUÉIS, A. et al. A importância das palavras-chave dos artigos científicos da área das Ciências Farmacêuticas, depositados no Estudo Geral: estudo comparativo com os termos atribuídos na MEDLINE. **InCID: Revista de Ciência da Informação e Documentação**, [S. l.], v. 4, n. 2, p. 112-125. 2013.

MITCHAM, C. **Thinking through technology: The path between engineering and philosophy**. Chicago: University of Chicago Press, 1994.

MORAES, Roque. Análise de conteúdo. **Revista Educação**, Porto Alegre, v. 22, n. 37, p. 7-32, 1999.

MORELATTI, Maria Raquel Miotto; SOUZA, Luís Henrique Gazeta de. Aprendizagem de conceitos geométricos pelo futuro professor das séries iniciais do Ensino Fundamental e as novas tecnologias. **Educar em Revista**, n. 28, p. 263-275, 2006.

OCDE (2024). Students, digital devices and success. Disponível em: https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2024/05/students-digital-devices-and-success_621829ff/9e4c0624-en.pdf. Acesso em: 15 maio 2025.

OLIVEIRA, Silvaney; GUIMARÃES, Orliney Maciel; LORENZETTI, Leonir. O enfoque CTS e as concepções de tecnologia de alunos do ensino médio. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 9, n. 2, p. 121-147, 2016.

OLIVEIRA, Edvaldo Ramalho de. **O uso da tecnologia no ensino da matemática contribuições do software GeoGebra no ensino da função do 1º grau**. 2021. Dissertação de Mestrado.

OSORIO, C. O. M. La educación científica y tecnológica desde el enfoque en Ciencia, Tecnología y Sociedad: aproximaciones y experiencias para la educación secundaria. **Revista Ibero-Americana de Educação**, Madrid, n. 28, p. 61-81, 2002.

PAPERT, Seymour. The children's machine. **Technology Review**, v. 96, p. 28-28, 1993.

PAULO, Joana Becker; LUCAS, Catarina Oliveira. Potencialidades e Desafios do Ensino de Matemática Online: exemplo de uma experiência com estudantes de Engenharia do Ensino Politécnico em Portugal. **Bolema: Boletim de Educação Matemática**, v. 36, p. 1236-1255, 2022.

PEDERSEN, M. K.; BACH, C. C.; GREGERSEN, R. M.; HØJSTED, I. H.; JANKVIST, U. T. Mathematical representation competency in relation to use of digital technology and task design — a literature review. **Mathematics**, v. 9, n. 4, art. 444, 2021.

PINHEIRO, Nilcéia Aparecida Maciel; SILVEIRA, Rosemari Monteiro Castilho Foggiatto; BAZZO, Walter Antonio. Ciência, tecnologia e sociedade: a relevância do enfoque CTS para o contexto do ensino médio. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 13, p. 71-84, 2007.

PINTO, Adilson-Luiz *et al*. Comparação da Lei de Zipf em conteúdos textuais e discursos orais. **Profesional de la Información**, v. 24, n. 2, p. 157-167, 2015.

PONTE, J. P.; BROCARDO, J.; OLIVEIRA, H. **Investigações Matemáticas na Sala de Aula**. Belo Horizonte: Autêntica, 2003.

POZO, J. I.; PÉREZ ECHEVERRÍA, M. P.; CABELLOS, B.; SÁNCHEZ, D. L. Teaching and learning in times of COVID-19: Uses of digital technologies during school lockdowns. **Frontiers in Psychology**, v. 12, art. 656776, 2021.

BRASIL. **Lei nº 14.533, de 5 de janeiro de 2023**. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2023-2026/2023/Lei/L14533.htm. Acesso em: 10 mar. 2024.

RESURCHIFY. **Bolema - Mathematics Education Bulletin - Impact Factor (IF), Overall Ranking, Rating, h-index, Call For Paper, Publisher, ISSN, Scientific Journal Ranking (SJR), Abbreviation, other Important Details**. 2023. Disponível em: https://www.resurchify.com/impact/details/19900191880. Acesso em: 10 mar. 2024.

ROSA, Maurício; CALDEIRA, João Paulo Silva. Conexões Matemáticas entre Professores em Cyberformação Mobile: como se mostram?. **Bolema: Boletim de Educação Matemática**, v. 32, n. 62, p. 1068-1091, 2018.

ROSA, Maurício; SACHET, Bruna. Movimento de Decolonialidade de Gênero nas Aulas de Matemática: o trabalho com Tecnologias Digitais (TD). **Bolema: Boletim de Educação Matemática**, v. 35, p. 1246-1274, 2022.

SANTOS, Ariwilson Gomes dos; MAIA, Anderson Madson Oliveira; SOUTO, Daise Lago Pereira. Construto seres-humanos-com-mídias (SHCM) por pós-graduandos em Educação Matemática e Científica. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 28, p. e22034, 2022.

SANTOS, Lucas Rocha; MATOS, Mariana Lima; SANT'ANA, Irani Parolin. Tendências em Educação Matemática na percepção de professores de matemática. **Revista De Educação Matemática**, v. 18, p. 1-18, 2021.

SANTOS, Luciane Mulazani dos; MIARKA, Roger; SIPLE, Ivanete Zuchi. O uso de blogs como tecnologia educacional narrativa para a forma/ação inicial docente. **Bolema: Boletim de Educação Matemática**, v. 28, p. 926-949, 2014.

SANTOS, Maria Isabel Gomes dos; BREDA, Ana Maria Reis d'Azevedo; ALMEIDA, Ana Margarida Pisco. Promover o raciocínio geométrico em alunos com perturbação do espectro do autismo através de um ambiente digital. **Bolema: Boletim de Educação Matemática**, v. 34, n. 67, p. 375-398, 2020.

SANTOS DIVINO, Sthéfano Bruno. Inteligência Artificial como sujeito de direito: construção e teorização crítica sobre pessoalidade e subjetivação. **Revista de Bioética y Derecho**, n. 52, p. 237-252, 2021.

SCIELO ANALYTICS. **Bolema: Boletim de Educação Matemática (0103-636X)**. Disponível em: https://analytics.scielo.org/?journal=0103-636X&collection=scl. Acesso em: 10 mar. 2024.

SCHERER, S.; BRITO, G. D. S. Integração de Tecnologias Digitais ao currículo: diálogos sobre desafios e dificuldades. **Educar em Revista**, n. 36, 2020.

SCI Journal. **Bolema - Boletim de Educação Matemática: Impact Factor & Key Scientometrics**. Disponível em: https://www.scijournal.org/impact-factor-of-Bolema-Boletim-de-Educao-Matematica.shtml. Acesso em: 10 mar. 2024.

SCImago. **Bolema - Mathematics Education Bulletin**. Disponível em: https://www.scimagojr.com/journalsearch.php?q=19900191880&tip=sid. Acesso em:

10 mar. 2024.

SHAH, Dhawal. A decade of MOOCs: A review of stats and trends for large-scale online courses in 2021. **EdSurge**, 28 dez. 2021. Disponível em: https://www.edsurge.com/news/2021-12-28-a-decade-of-moocs-a-review-of-stats-and-trends-for-large-scale-online-courses-in-2021. Acesso em: 13 jun. 2024.

SILVA, Guilherme Henrique Gomes da; PENTEADO, Miriam Godoy. Geometria dinâmica na sala de aula: o desenvolvimento do futuro professor de matemática diante da imprevisibilidade. **Ciência & Educação**, v. 19, n. 02, p. 279-292, 2013.

SILVA, M. A. F. B. da; MELO, T. B. de; BOCK, B. S.; CHRISPINO, A. A contribuição da construção social da tecnologia para a abordagem CTS: desafios a partir dos resultados PIERCTS. **Revista Interacções**, [S. l.], v. 11, n. 34, 2015. DOI: 10.25755/int.6930. Disponível em: https://revistas.rcaap.pt/interaccoes/article/view/6930. Acesso em: 4 mai. 2024.

SILVA, M. A. F. B. da. **O conceito de tecnologia a partir das pesquisas do PIEARCTS**. 2012. Tese de Doutorado. Dissertação de mestrado não publicada). Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca, Rio de Janeiro.

SILVA, Marcelo Pires da; BARBOSA, Fernando da Costa. Matemática e Física em experiências de Robótica Livre: explorando o sensor ultrassônico. **Texto Livre**, v. 14, p. e29629, 2022.

SILVA, Maria Paula Rossi Nascentes da. **Concepções de tecnologia na Pesquisa Educacional Brasileira em Educação e Tecnologia**. 2021. Tese (Doutorado em Educação) – Programa de Pós-graduação em Educação, Departamento de Educação, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2021.

SILVA, Rodrigo Sychocki da; BARONE, Dante Augusto Couto; BASSO, Marcus Vinícius de Azevedo. Cadeias de Markov e tecnologias digitais: reflexões sobre a construção de conhecimentos dos discentes em licenciatura em Matemática. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 24, n. 3, p. 695-713, 2018.

SKOVSMOSE, Ole; VALERO, Paola. Democratic access to powerful mathematical ideas. In: **Handbook of International Research in Mathematics Education**, v. 19, n. 3, p. 761-779, 2013.

SOUZA, Ana Paula Gestoso de; PASSOS, Cármen Lúcia Brancaglion. Dialogando sobre e Planejando com o SuperLogo no Ensino de Matemática dos Anos Iniciais. **Bolema: Boletim de Educação Matemática**, v. 29, n. 53, p. 1023-1042, 2015.

SOUZA, Andiara Cristina de; SILVA, Guilherme Henrique Gomes da. Incluir não é apenas socializar: As contribuições das tecnologias digitais educacionais para a aprendizagem matemática de estudantes com transtorno do espectro autista. **Bolema: Boletim de Educação Matemática**, v. 33, p. 1305-1330, 2019.

TARDIF, Maurice. **Saberes Docentes e Formação Profissional**. 17ª Edição. Petrópolis: Vozes, 2018.

TEIXEIRA, Fábio; DOS SANTOS AMARAL FILHO, Fausto. Políticas públicas e ensino híbrido na educação superior: balanço das produções. **Cuadernos de Educación y Desarrollo**, v. 15, n. 5, p. 4463-4476, 2023.

TOLEDO, Claudia; PESSOA, Daniel. O uso de inteligência artificial na tomada de decisão judicial. **Revista de Investigações Constitucionais**, v. 10, p. e237, 2024.

UNESCO. **Resumo do Relatório de Monitoramento Global da Educação 2023: Tecnologia na educação: Uma ferramenta a serviço de quem?** Paris, 2023.

VALENTE, Ann Berger; BURD, Leo. Creative Learning Challenge Brazil: A Constructionism approach to educational leadership development. **Tecnologias, Sociedade e conhecimento**, v. 6, n. 2, p. 9-29, 2019.

VERASZTO, E. V.; DE CAMARGO, J. T. F.; DA SILVA, D.; DE FREITAS, L. V. Technology and Society Public Perception: A Structural Equation Modeling Study of the Brazilian Undergraduate Students' Opinions and Attitudes from Sao Paulo State. **Multivariate Analysis in Management, Engineering and the Sciences**, 2012.

VERASZTO, E. V.; SILVA, D. D.; CAMARGO, E. P. D.; BARROS FILHO, J. Concepções de tecnologia de graduandos do estado de São Paulo e suas implicações educacionais: breve análise a partir de modelagem de equações estruturais. **Ciência & Educação**, v. 19, n. 3, p. 761-779, 2013.

VERASZTO, E. V.; et al. Tecnologia: buscando uma definição para o conceito. **Prisma. com**, n. 8, p. 19-46, 2009.

WEIGAND, Hans-Georg; TRGALOVA, Jana; TABACH, Michal. Mathematics teaching, learning, and assessment in the digital age. **ZDM–Mathematics Education**, p. 1-17, 2024.

WING, Jeannette M. et al. Computational thinking. **Communications of the ACM**, v. 49, n. 3, p. 33-35, 2006.

ZUIN, Vânia Gomes; ZUIN, Antônio Álvaro Soares. O celular na escola e o fim pedagógico. Educação & Sociedade, v. 39, p. 419-435, 2018.