

## Educação Matemática e Tecnologias Digitais: como se apresentam as mídias, os artefatos, os instrumentos, as ferramentas e os meios tecnológicos?

### Maurício Rosa

Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Porto Alegre, RS — Brasil

✉ [mauriciomatematica@gmail.com](mailto:mauriciomatematica@gmail.com)

 0000-0001-9682-4343

### Daise Lago Pereira Souto

Universidade do Estado de Mato Grosso  
Barra do Bugres, MT — Brasil

✉ [daise@unemat.br](mailto:daise@unemat.br)

 0000-0001-6832-6099



2238-0345 

10.37001/ripem.v13i3.3614 

Publicado • 10/09/2023

Editor • Gilberto Januario 

Não é raro nas pesquisas em Educação Matemática o termo “Tecnologias Digitais (TD)” ser considerado como “mídias”, “artefatos”, “instrumentos”, “ferramentas”, assim como, “meios”, de forma a provocarem debates e reflexões em relação às suas acepções. Em Rosa, Bairral e Amaral (2015) já são apresentadas discussões teóricas em diferentes capítulos que trazem considerações a respeito das TD no âmbito da Educação Matemática brasileira, especificamente, de acordo com estudos do Grupo de Trabalho (GT) 06 da SBEM (Sociedade Brasileira de Educação Matemática), denominado “Educação Matemática, Tecnologias Digitais e Educação a Distância”.

Nesse ínterim, o termo “mídias” é bastante evidenciado e assume uma conotação de TD que busca elevar essa última ideia a um patamar cognitivo que reforça a participação dessas tecnologias no processo de produção de conhecimento. Essa elevação é discutida por Borba & Villarreal (2005) e, a nosso ver, pode ser enlaçada ao que McLuhan (1996, p. 7, tradução nossa) nos fala em relação a isso, ou seja,

a mídia é a mensagem. Isso é meramente dizer que as consequências pessoais e sociais de qualquer mídia — ou seja, de qualquer extensão de nós mesmos — resulta da nova escala que é introduzida dentro de nossas relações por cada extensão de nós mesmos, ou por qualquer nova tecnologia<sup>1</sup>.

Os “artefatos”, por sua vez, assumem diferentes perspectivas: uma, proveniente do conceito de atividade, por meio de sua teoria evidenciada por Vygotsky e Leontiev, enfoca a discussão de mediação por artefatos e instrumentos culturais e sobrepõe a ideia de que o ato humano é a resposta a um estímulo, pois este se constitui como uma ação mediada por um componente cultural. Os artefatos, então, se inserem na atividade humana e são orientados a um objeto. Também, são assumidos como coletivos e têm duração longa. A atividade humana é estruturada, isto é, organizada tanto de maneira formal quanto informal, abarcando em sua organização o sujeito, o objeto e o artefato ou signo mediador. O sujeito é o agente cujo comportamento se pretende analisar; os artefatos mediadores são objetos (materiais ou ideais) utilizados pelo sujeito para atingir um resultado. Mais tarde, com base nesses conceitos e dando

<sup>1</sup> Tradução de “the medium is the message. This is merely to say that the personal and social consequences of any medium - that is, of any extension of ourselves - result from the new scale that is introduced into our affairs by each extension of ourselves, or by any new technology”.

prosseguimento com ideias originais, Engeström (1987) avança em termos teóricos e propõe uma estrutura sistêmica de formato triangular (modelo) para representar a Teoria da Atividade (TA) que serve para análise, em um sentido que envolve o contexto cultural. Assim, o artefato, sob as lentes desses teóricos, é considerado aquilo que medeia a relação do ser humano com o mundo.

No âmbito da Educação Matemática, outra perspectiva, foi proposta por Souto (2013) e referendada por Souto & Borba (2018) e outros pesquisadores brasileiros. Essa perspectiva também se fundamenta na teoria da atividade, mas, ao mesmo tempo, dialoga com a visão de tecnologias discutida por Borba & Villarreal (2005). Nela, os artefatos não são fixos, eles se movimentam entre os "vértices" da representação triangular apresentada por Engeström (1987), sugerindo um compartilhamento de papéis dos atores tecnológicos. Há, nesse movimento, uma antropomorfização das tecnologias, sem limites que passa a especificar até onde vai, em determinado instante, o papel de um ou do outro. Assim, essa perspectiva reinterpreta o papel dos artefatos, para além da ideia de mediação da TA, considerando-os como parte do coletivo que possui *agency* e dialeticamente se transforma e transforma o modo de produzir matemática.

Uma terceira perspectiva, proveniente de Rabardel (1995), que identifica o “artefato” como algo material ou simbólico que foi produzido para o sujeito ou para outros e carrega consigo esquemas de uso por este, ou seja, ou o sujeito busca descobrir as funções e desvios na ação efetuada com o artefato, o que é denominado instrumentalização, ou à medida que o sujeito conhece o artefato, ele sofre transformações ocasionadas pela acomodação, coordenação e assimilação recíproca dos esquemas constituídos, processo chamado de instrumentação. Dessa forma, essa perspectiva teórica advoga pela possibilidade de artefatos serem transformados em “instrumentos” a depender das ações apreendidas sobre eles o partir deles em termos de instrumentalização ou instrumentação.

Também, “ferramentas”, de maneira geral na área de tecnologias, é um termo considerado e destinado para tratar de ferramentas tecnológicas. Conforme Tolmasquim (1989), esse termo faz referência direta a outro termo, tecnologia, uma vez que tanto tecnologia quanto técnica são palavras cuja origem liga-se em ambos os casos à *techné*, palavra grega que surge a partir de uma das variáveis de um verbo que significa fabricar, produzir, construir e a *technos* que significa ferramenta, instrumento, utensílio. Nesse sentido, e diante do significado da palavra ferramenta na língua portuguesa, qualquer instrumento que é usado para a realização de um trabalho, para se chegar a um fim, também é tecnológico. Uma panela, por exemplo, é tomada como uma tecnologia de uma época e, também, considerada uma ferramenta para se cozinhar. No caso das Tecnologias Digitais, o termo “ferramenta tecnológica” se popularizou para a referência a qualquer objeto digital ou ambiente que tivesse por objetivo chegar à conclusão de uma tarefa, ação e/ou fabricação de algo. Na Educação Matemática, a expressão ferramenta digital, assim como, ferramenta tecnológica, serviu para identificar o uso de Tecnologias Digitais para a conclusão de uma tarefa, seja para a resolução de um problema, para a construção de um gráfico, para a execução de cálculos, ou quaisquer ações similares que contavam com as “ferramentas” para auxiliarem na aprendizagem matemática. Dessa forma, a agilidade de execução de uma ação é considerada e por vezes contestada no âmbito educacional.

Nesse viés, de acordo com Heidegger (1977), pela doutrina antiga, se desejarmos compreender o que são de fato tecnologias e no nosso caso Tecnologias Digitais, ou seja, se buscarmos indagar a essência das tecnologias, precisamos partir da concepção de que “uma coisa é considerada o que a coisa é”. Logo, fazemos a pergunta relativa à tecnologia quando perguntamos o que ela é. De modo amplo, as pessoas conhecem as duas afirmações que respondem, inicialmente, à nossa pergunta. “Uma diz: a tecnologia é um meio para um fim. A

outra diz: a tecnologia é uma atividade humana” (Heidegger, 1977, p. 4).

Em ambos os casos, a nosso ver, as afirmações encontram-se juntas, porque entendemos que encontrar fins e produzir ou utilizar os meios para alcançá-los é uma atividade humana. Nessa perspectiva, Heidegger (1977, pp. 4-5), afirma que

a fabricação e utilização de equipamentos, ferramentas e máquinas, as próprias coisas fabricadas e usadas, e as necessidades e fins a que servem, todos pertencem ao que é tecnologia. Todo o complexo desses dispositivos é tecnologia. A própria tecnologia é um artifício ou, em latim, um *instrumentum*<sup>2</sup>.

De acordo com a compreensão da tecnologia para a qual ela é um meio e uma atividade humana, a definição instrumental e antropológica de tecnologia é aceita e evidenciada. Dificilmente alguém discordaria que isso está correto. Ainda, a ideia de mídia como o meio responsável pela mediação da relação do ser humano com o mundo, se entrelaça de igual forma nessa perspectiva, assim como, a concepção de ferramenta como utensílio de execução de uma atividade humana.

No entanto, Heidegger (1977, p. 5) chama a atenção para

a definição instrumental de tecnologia é de fato tão estranhamente correta que se aplica mesmo à tecnologia moderna, da qual, noutros aspectos, sustentamos com alguma justificação que é, em contraste com a antiga tecnologia de trabalho manual, algo completamente diferente e, portanto, novo<sup>3</sup>.

Isto é, visto que, a princípio, todos os tipos de tecnologia são um meio para um fim, a tecnologia moderna também é. Aviões motorizados com turbinas e geradores, também aviões a jato e aparelhos de alta frequência, estações de radar, computadores, celulares, fogões, painéis e cata-ventos são tecnologias que sob uma percepção ampla podem ser consideradas meios para um fim. Porém, segundo Heidegger (1977, p. 5), “tudo depende da nossa manipulação da tecnologia na própria maneira de ser um meio. Nós iremos, como dizemos, “ter” a tecnologia “espiritualmente em mãos”. Nós vamos aprender a fazer isso”<sup>4</sup>.

No caso das TD sendo entendidas como “meios”, ou meios tecnológicos, elas expressam a concepção atribuída a “meios de revelação” que, segundo Rosa (2023a), são meios de criação de ideias e, nesse sentido, não são meios para um fim, não são somente atividade humana, mesmo que se possa entender que criar essas ideias seja um fim e/ou somente uma atividade humana. São ambientes, *lócus*, ou seja, se tornam “um recurso conectado ao ‘ser’, de modo a se constituir como corpo (*cyborg*) que se manifesta e sugere fluxos cognitivos, os quais se revelam e evidenciam novos pensamentos, novas formas de agir, criar, formar imagens, imaginar” (Rosa, 2023a, p. 146). São fluxos em um contínuo aberto e criativo e não como técnica estruturante de domínio da tecnologia ou para auxiliar um pensamento programado.

<sup>2</sup> Tradução de: “The manufacture and utilization of equipment, tools, and machines, the manufactured and used things themselves, and the needs and ends that they serve, all belong to what technology is. The whole complex of these contrivances is technology. Technology itself is a contrivance, or, in Latin, an *instrumentum*”.

<sup>3</sup> Tradução de: “The instrumental definition of technology is indeed so uncannily correct that it even holds for modern technology, of which, in other respects, we maintain with some justification that it is, in contrast to the older handwork technology, something completely different and therefore new”.

<sup>4</sup> Tradução de: “Everything depends on our manipulating technology in the proper manner as a means. We will, as we say, “get” technology “spiritually in hand.” We will master it”.

Para o autor, são meios de mostrar, retirar o véu, apresentar/criar imagens, imaginar, de revelar ações, situações, visões, utopias, encantamentos... Nessa perspectiva, há mais da técnica, mas a percepção daquilo que como primado do conhecimento pode ser experienciado e não utilizado simplesmente.

Entendemos que as distintas perspectivas sobre Tecnologias Digitais na Educação Matemática por vezes se confundem, se atravessam, colidem, perpassam, trombam, brigam, se afetam, se acariciam, convergem, divergem, dissonam, consonam, confluem...em movimentos fluídos de ir e vir que elevam o debate científico e o modo como a compreensão delas assume, de igual forma, as concepções de ensino, de aprendizagem e de formação na Educação Matemática.

Rosa, Bairral, Gitirana e Borba (2018) já compartilharam as concepções brasileiras de uso, trabalho e experiência com tecnologias na educação matemática. Eles discutiram nesse estudo a aprendizagem colaborativa com computador e a exploração da colaboração como um princípio para o desenvolvimento matemático cognitivo. Também, discutiram características do *design* de recursos digitais para a educação matemática, o uso de dispositivos *touchscreen* em atividades matemáticas e a natureza da cognição corporificada na aprendizagem de matemática, além do constructo teórico seres-humanos-com-mídias, que destaca a importância das mídias nas produções do conhecimento matemático, e a formação inicial e continuada com professoras/professorias/professores de matemática que experienciam essas tecnologias, em sala de aula presencial e/ou pela educação a distância, sob a perspectiva da Cyberformação. A discussão mostrou uma diversidade dentro das diferentes ideias teóricas que apoiam a pesquisa brasileira em educação matemática com tecnologias digitais; porém, há um ponto em comum: todos parecem buscar afirmar, ou afirmar prontamente, que a matemática pode estar mudando à medida que diferentes tecnologias se tornam presentes em espaços educativos/formativos. Afirmam que a matemática está em mudança à medida que a tecnologia tátil, *mobile* ou diferentes formas de utilização e de experimentação da Internet estão presentes na produção/construção/constituição de conhecimento por estudantes ou professoras/professorias/professores, ou por coletivos que envolvem ambos. A matemática nesta perspectiva não deve ser considerada como resultado, mas como processo, isto é, uma matemática em mudança, em ação, em movimento. Nesse sentido, as raízes dessa matemática na investigação em etnomatemática enfatizaram fortemente a noção de que ela muda à medida que os grupos culturais diferem. Assim, Rosa, Bairral, Gitirana e Borba (2018) mostram, por meio de suas diferentes teorias, o processo matemático mudando à medida que as tecnologias diferem, assim como, suas concepções de tecnologias.

Há defesas de que existem diferenças técnicas entre as concepções de tecnologias digitais na Educação Matemática, embora elas também sejam compreendidas, neste campo, como qualquer conjunto de tecnologias que possibilitam a transformação de linguagens em códigos binários. Da mesma forma, conforme argumentado, a definição de mídias na Educação Matemática vai além do que se entende na comunicação como mídias, ou seja, meios de comunicação (geralmente, em massa) que têm o papel de compartilhar informações. Também, a definição de artefatos, instrumentos e meios não se sustentam no senso comum ou em definições clássicas, embora, por vezes tenham seus entendimentos considerados em perspectivas dicotômicas que podem remeter a uma visão que veem todas as Tecnologias Digitais como ferramentas potencializadoras, instrumentos auxiliares ou artefatos complementares.

Admitimos que essa visão pode ocorrer, mas assumimos evidentemente que ela não é única, visto que neste dossiê temático “Mosaico de Pesquisas em Educação Matemática com

Tecnologias Digitais, Educação a Distância e Ensino Híbrido” do GT, por exemplo, encontramos um olhar distinto, porém contemporâneo, das acepções de Tecnologias Digitais na Educação Matemática aqui destacadas. Nele, as Tecnologias Digitais, enquanto mídias, artefatos, instrumentos, ferramentas e meios se fundem no propósito de se educar matematicamente e educar pelas matemáticas (Rosa & Giraldo, 2023), abarcando de forma ampla, questões estruturais, mas, em outros momentos, culturais, sociais, emocionais e de invenção como algo dinâmico, fluído que objetiva a experiência e efeito educativo.

Por vezes, sendo consideradas extensões do corpo, de sentidos, indo ao encontro das ideias de McLuhan (1964) e das argumentações ponderadas por Rosa (2008), Souto (2013), Souto & Borba (2018), Borba, Souto e Canedo Jr. (2022); Cunha, Borba & Souto (2022), de que há *agency* no envolvimento com as TD. Mesmo com vertentes interpretativas distintas em alguns pontos, podemos destacar que há uma reinterpretação da condição que as TD ocupam. Ou ampliando possibilidades de compreensão do que as TD podem revelar ao pensar com base nas matemáticas, visto em Rosa (2023b), quando trata do Cinema via *streaming* como meio possível para essas possibilidades.

Nesta forma de apresentação, especificamente no destaque para “extensões do corpo, de nossos sentidos”, identificamos também como um amálgama a participação do ser humano (biológico). Para exemplificar esta visão, de uma forma bem singular, também recorreremos à música e aos esportes. É possível que neles não se tenha um conhecimento teórico profundo a respeito do modo como tecnologias, mídias, coisas e seres humanos estão intrinsecamente ligados. Entretanto, de uma forma bem coloquial, tanto a música quanto os esportes conseguem expressar a essência desta concepção que circunda várias teorias e, na Educação Matemática em particular, é identificada também no construto seres-humanos-com-mídias de Borba & Villarreal (2005). O artista Joey Santiago ao homenagear aquele que considera ser o “Deus da Guitarra” destacou: “A guitarra parecia ser uma extensão do corpo de Jimi Hendrix — é uma parte de seu braço” (Ruy, 2020), ou seja, parece não ser admissível uma separação entre o ser humano e a tecnologia (no caso, a guitarra).

Logo, em se tratando de artes e ajustando um pouco mais o foco, encontramos, neste dossiê, o artigo “O vídeo digital como forma de avaliação de aprendizagem em Matemática” de Gimenez (2023), que também compactua com essa visão não compartimentalizada. O autor sugere que

as tecnologias não são apenas artefatos coadjuvantes; elas atuam, juntamente com os humanos, como protagonistas no processo de produção de conhecimento. Algo semelhante é apresentado por Augusto Boal (2019), ao usar a palavra *EspectAtor* (*Espectador + Ator*), para se referir a um público que não é apenas espectador, mas também ator. No teatro brechtiano, entre a plateia e o palco não tem cortina, ou seja, há uma queda da “quarta parede”, técnica que aproxima o ator do público e o público do ator para que, coletivamente, produzam conhecimentos (Gimenez, 2023, p. 2).

Esse autor, então, afirma que durante a produção dos vídeos digitais analisados em sua pesquisa estudantes e professoras/professorias/professores formaram um coletivo com tecnologias/mídias que produziu conhecimento em todas as etapas do trabalho. A pesquisa adotou a *A/r/tografia* e as noções do construto seres-humanos-com-mídias como unidade produtora de conhecimento, a Arte como experiência estética e o efeito de estranhamento da Teoria do Teatro Didático. Como resultados, o autor destacou que a produção de vídeos como recurso avaliativo tem como foco a aprendizagem e não apenas a indicação e respostas certas

ou erradas. Sendo considerada, pelo autor, uma forma mais equânime de se avaliar a aprendizagem, uma vez que oportuniza a comunicação das ideias e conceitos da matemática de forma multimodal, incentiva à pesquisa, e gera reflexões com o uso da arte.

Mas, como destacamos anteriormente, não é só nas artes que encontramos exemplos para buscar respostas a pergunta do título deste editorial: Educação Matemática e Tecnologias Digitais: como se apresentam as mídias, os artefatos, os instrumentos, as ferramentas e os meios tecnológicos? Nos esportes também encontramos campo fértil para ilustrar essa visão. O pesquisador Iamarino (2014) afirma que

se pedir para os tenistas indicarem, com os olhos fechados, onde fica a ponta do braço não é raro eles apontarem um pouco mais para frente, fora da mão, onde normalmente estão segurando a raquete [...] o cérebro trata a raquete como se fosse uma extensão do seu braço.

Interpretando essas considerações podemos dizer que os tenistas estão pensando-com-raquetes, e com isso, identificamos uma ressonância com a pesquisa de Neves (2023) que discute, neste dossiê, “como licenciandos em Matemática da Educação a Distância combinam recursos semióticos ao utilizarem vídeos para expressarem ideias matemáticas” na disciplina de Geometria Analítica. A autora se fundamenta em Silva e Rosa (2020) para afirmar que “pensar-com-tecnologias digitais ocorre quando o ser é-com-tecnologias-digitais. Fazendo uma referência à vertente filosófica que está presente nesta visão mais contemporânea que nos referimos anteriormente. Ela utilizou a Análise do Discurso Multimodal para estudar as estratégias utilizadas nas combinações dos recursos semióticos nos vídeos produzidos. A autora afirmou que “a natureza multimodal do vídeo estimula o uso da contextualização na construção do discurso matemático digital” (Neves, 2023, p. 1).

Podemos dizer que a pesquisa de Neves (2023) dialoga com Souto e Santos (2023) em vários aspectos, mas, principalmente, a respeito da vertente filosófica presente nesta visão mais contemporânea que ambas utilizam. Isso por que no artigo sobre “Interdisciplinaridade com cartoons matemáticos digitais durante o Ensino Remoto Emergencial no Ensino Fundamental” a afirmação de Souto e Santos (2023) de que “os hifens [do sistema seres-humanos-com-mídias] são utilizados para destacar a formação de um coletivo indissociável que se movimenta e se metamorfoseia ao produzir conhecimento” é um indicativo de harmonia na forma como as mídias, tecnologias, artefatos e humanos se apresentam nessas pesquisas. Há neste artigo, também, traços do pensamento vygotskyano, que circundam a visão que está presente em alguns dos artigos deste dossiê. Pois, a expressão “coletivo que se metamorfoseia” é uma referência às transformações recíprocas que ocorrem de forma dialética e que se estabelecem dentro de uma unidade mínima (humanos-tecnologias) de produção de conhecimento, ou sob as lentes de uma releitura da Teoria da Atividade (Souto, 2013; Souto & Araújo, 2013; Souto & Borba, 2018), de uma unidade básica de desenvolvimento humano que se constitui pelo processo histórico-cultural.

Sob essa mesma perspectiva Canedo Jr. e Borba (2023) apresentam os resultados de uma pesquisa que foi desenvolvida em um curso online e buscou compreender como uma tecnologia (vídeo) pode transformar o fazer modelagem matemática de professoras/professoras/professores em serviço quando um problema é proposto com essa mídia — videoproblema e videoresposta. Esses autores destacam de forma mais explícita algo sobre a visão de tecnologias/mídias que também está intrínseca em outras pesquisas aqui apresentadas (e.g. Gimenez, 2023; Neves, 2023; Souto & Santos, 2023). Trata-se da afirmação de que nesses coletivos não é considerado plausível, para esses autores, qualquer tipo de

hierarquização ou escala classificatória que possa dividir e/ou quantificar as tecnologias como melhores ou piores. Pois, considerando que elas são distintas e, portanto, provocam peculiares reorganizações do pensamento, na visão deles, o conhecimento que contribuem para a produção é qualitativamente diferente. Neste trabalho há uma ampliação do diálogo teórico iniciado por Souto (2013), pois além do construto seres-humanos-com-mídias e da teoria da atividade Canedo Jr. & Borba (2023) incluem a semiótica social. Para esses autores, “forma de combinar recursos semióticos nas cenas do videoproblema influencia a produção de significados e a modelagem, e [...] a subutilização dos recursos desta mídia pode limitar possibilidades educacionais” (Canedo Jr. & Borba, 2023, p. 1).

Com forte ênfase à forma como o pensamento pode se reorganizar, a partir da constituição de distintos coletivos de atores humanos e não humanos (tecnologias/mídias), e produzir diferentes tipos de conhecimentos, temos também, neste dossiê, a pesquisa de Souza e Belo (2023). Esse autor e autora reafirmam que a influência de uma dada tecnologia não é secundária na produção de conhecimento matemático e que a harmonização de recursos semióticos (imagens, filmagens, animações, escrita, oralidade, sons diversos, gestos dêiticos etc.) na comunicação matemática acentua a coparticipação da tecnologia nesse processo. Eles concluem que uma/ume/um professor produz significados em seu discurso quando produz vídeos digitais e combina de forma harmônica recursos semióticos da linguagem materna e da matemática para abordar os conceitos da esfera e do cilindro.

É importante destacar que o pensamento matemático, seu processo de organização e reorganização, como sendo formas a que se referem as pesquisas que assim consideram a produção de conhecimento, não são algoritmizados ou que se possa atribuir respostas ou construções “mecânicas, compartimentalizadas, encapsuladas”. Ao contrário, o pensamento matemático pode nos remeter aos traços do pensamento crítico e problematizador, os quais são defendidos por Freire (2019, 2023). As discussões feitas por Shaeffer (2023) representam bem esse elemento que compõem uma forma como as mídias se apresentam na educação matemática. Ela destaca a importância e a influência da participação de tecnologias digitais na formação de um pensamento crítico e criativo. Seu estudo apresenta a visão de que as TD são artefatos mediadores. Ele foi realizado com licenciandas/licenciandes/licenciandos que participam do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência — PIBID e construíam um Objeto de Aprendizagem (AO) com o *software* GeoGebra. Para a autora, “as atividades desenvolvidas promoveram a compreensão de que um OA pode valorizar a visualização, a representação, a criação, a reflexão, o conhecimento, [a criatividade, construção do pensamento e as futuras possibilidades pedagógicas]” (Shaeffer, 2023, p. 13). O quadro teórico desta pesquisa contempla ainda reflexões sobre políticas para Formação Inicial de professoras/professoras/professores com Tecnologias Digitais, estudo de gráficos e visualização matemática.

Destarte, Brito e Bairral (2023) consideram em sua pesquisa os aspectos discursivos, as modalidades de arrastar pontos e as categorias de signos presentes no processo de mediação semiótica, com intuito de envolver o uso de malha quadriculada em uma tarefa sobre congruência de triângulos e discutir semelhança a partir de um controle deslizante. Nesse sentido, o Ambiente de Geometria Dinâmica utilizado é entendido como um micromundo e considerado um artefato, embora essa consideração não se restrinja ao AGD, englobando uma noção ampliada, “incluindo todo tipo de criação humana que possui caráter prático [...], [ou seja, aquilo] que um indivíduo atribui uso e ao mesmo tempo transita na esfera do intelecto e do prático e vice-versa” (Brito & Bairral, 2023, p. 6). Desse modo, o artigo revela a importância da compreensão do processo de mediação semiótica apresentado, pois, os autores destacam quão significativo é avaliar a evolução de signos de artefato a signos matemáticos por meio de

um signo pivô. Nesse sentido, a pesquisa pode contribuir na exploração do potencial semiótico de tarefas geométricas com ou sem o uso do VMTcG (AGD adotado) e pode inferir sobre a aprendizagem de semelhança de triângulos e outros temas da geometria, de forma interativa, exploratória, de interpretação e verificação daquilo que as/es/os estudantes pensam.

Também, em termos de artefatos, mas os conduzindo a instrumentos, Basniak e Oliveira (2023) investigam as contribuições dos *applets* Barras Cuisenaire, Quadriláteros e Fraction Models na aprendizagem de frações. Elas desenvolveram sua pesquisa na perspectiva da medição em aulas assentes no Ensino Exploratório de Matemática, as quais foram desenvolvidas no Ensino Remoto Emergencial. A pesquisa, então, destaca que as/es/os estudantes mobilizaram estratégias para realizar comparações multiplicativas entre as barras e estabelecer equivalência de frações, compreendendo a representação simbólica e a sinalização de magnitude numérica com a utilização do *applet* Barras Cuisenaire. O *applet* Quadriláteros, por sua vez, permitiu às/aes/aos estudantes realizar a medição dos quadriláteros (lados, perímetros e áreas) e; o *applet* Fraction Models as/es/os fez validar ou não a mesma magnitude das representações fracionárias e decimais. Dessa forma, os esquemas de utilização dos artefatos (*applets*) permitiram a associação dos três artefatos utilizados, favorecendo a compreensão da propriedade produto que, ao multiplicar duas frações diferentes de zero e um, toma como resultado da multiplicação a possibilidade desse ser menor do que um dos dois fatores. Desse modo, o ensino e a aprendizagem de um conteúdo matemático, no caso, frações, tiveram na utilização de *applets* influência significativa na produção de conhecimento das/des/dos estudantes. Para as autoras, a instrumentação ocorrida, por exemplo, quando as/es/os estudantes acreditavam que a fração era maior que, sem olhar para as Barras Cuisenaire, demonstra o quanto sua produção de conhecimento se alterou ao olharem. Para elas, também ficou explícita a moldagem que a compreensão das/des/dos participantes exerceu sobre o uso dos *applets* na instrumentalização ocorrida quando, por exemplo, as/es/os estudantes utilizaram as Barras Cuisenaire para encontrar a fração equivalente à unidade de medida 100. Entendemos, então, que a concepção abarcada às tecnologias exerce poder significativo na análise e na condução do próprio pensar matemático objetivado em cada aula.

Com isso, Lucena, Morais e Gitirana (2023), em termos de formação, também conduzem uma pesquisa que considera as Tecnologias Digitais como artefatos que podem se tornar instrumentos, dependendo dos processos de instrumentação e instrumentalização. O estudo experimental dessas autoras conta com uma análise que levou ao desenvolvimento de instrumentos de visualização dos dados em uma situação de análise interna ao que definem como Orquestração Instrumental (OI). Esse conceito refere-se a um modelo teórico constituído pela noção de esquema e situação, pelo conceito de gênese instrumental, pelas etapas de configuração didática e modo de execução e pela etapa de performance didática, de diferentes autores da engenharia didática e didática francesa. Porém, na contemporaneidade de sua pesquisa, as autoras avançam para o modelo de Metaorquestração Instrumental (MOI), uma vez que identificam eventos externos a OI. Assim, os conceitos de reação *ad hoc*, artefatos como *webdoc* didáticos e análise dos eventos entre orquestrações mostram o potencial do MOI e subsidiam novas pesquisas para a formação docente em matemática na integração das Tecnologias Digitais, visto que uma abordagem formativa não é constituída de uma única maneira, ou orquestração instrumental, mas, organiza-se, conforme as autoras, sempre em cadeias ou composições de orquestrações instrumentais. A percepção dos acontecimentos que estão “entre” as chamadas OI revela-se como um dos importantes resultados da pesquisa. Além disso, essa percepção conduz ao que elas chamaram de metaconfiguração didática e metamodelo de execução. Ou seja, são necessidades do olhar entre as OI e de alterações do processo formativo que indicaram a inclusão das características de flexibilidade e de adaptação

na metaorquestração instrumental. Para nós, teoricamente revela-se como um modelo ou mais um modelo de análise e de configuração formativa, mas que assume de antemão possibilidades outras que estão no “entre”, quando não se escapam à percepção e não se apresentam de forma fidedigna a qualquer modelo. De todo modo, na perspectiva de instrumentalização é algo inovador e de avanço em termos de ampliação da análise proposta.

Quanto à ideia de Tecnologias Digitais como ferramentas, Alves, Souza Jr. e Jafelice (2023, p. 1) estabelecem como objetivo de sua pesquisa “apresentar uma ferramenta para a autoria de Objetos de Aprendizagem (OA) para a Educação Matemática na Cultura Digital”. O artigo desses autores e autora trata da simulação como uma nova forma de conhecer o mundo por três métodos de modelagem. Os métodos são definidos como modelagem de “Eventos Discretos”, modelagem “Baseada em Agentes” e modelagem “Dinâmica de Sistemas”. Assumindo a cultura da convergência como critério de escolha de software, chegaram ao AnyLogic como a única ferramenta de autoria que, diante dos procedimentos da pesquisa, é capaz de realizar os três tipos de modelagem simultaneamente. Simularam, então, a disponibilidade de atendimento em um hospital durante uma epidemia e os resultados desta simulação indicaram uma cultura de programação, por blocos de códigos, na criação do Objeto de Aprendizagem. Nesse ínterim, a atenção para que a matemática não fique intrínseca aos blocos de códigos, ou somente no uso da Modelagem Baseada em Agentes, ou ainda nas regras de comportamento dos agentes, é uma preocupação. Alternativas metodológicas para reduzir essa preocupação vem sendo adotados por meio da produção de dados por simulação ou validando os dados por equações diferenciais. No caso da ferramenta AnyLogic utilizada, há um movimento intenso de apresentação de seu potencial tanto para o desenvolvimento de uma aprendizagem heurística, quanto computacional. Ela possibilita modelar o nível de preocupação de indivíduos infectados utilizando características de um modelo epidemiológico em uma comunidade. Isso pode gerar reflexões profícuas de licenciandas/licenciandes/licenciandos em matemática sobre a interpretação de uma epidemia, que é um tema atual. Do mesmo modo, pode ser uma ferramenta que apoie essas discussões na formação continuada e na Educação Básica.

Também, Mello, Roth e Goetz (2023) em sua pesquisa buscam compreender de que forma a reconstrução de monumentos históricos da cidade de Picada Café, utilizando o Tinkercad, pode colaborar para o desenvolvimento de competências matemáticas com base na Cultura Maker. Nessa perspectiva, o Tinkercad é considerado uma ferramenta que, se utilizada sob um viés crítico, priorizando o desenvolvimento das/des/dos estudantes, permite o desenvolvimento de habilidades como raciocínio lógico, criatividade, trabalho em equipe, solução de problemas... Além disso, a pesquisa apresenta que muitas habilidades *makers* foram mobilizadas quando as/es/os estudantes “colocaram a mão na massa”, assumindo o papel de protagonistas na construção de seus próprios projetos de construções históricas. Ademais, as autoras assumem o desenvolvimento de competências como premissa da cultura *maker* apresentando entre as competências específicas da matemática, vistas na BNCC, a de “Utilizar processos e ferramentas matemáticas, inclusive tecnologias digitais disponíveis, para modelar e resolver problemas cotidianos, sociais e de outras áreas de conhecimento, validando estratégias e resultados”. Desse modo, compreendemos que a ideia de ferramenta que apoia a aprendizagem matemática enquanto desenvolvimento de habilidades e competências, converge com as perspectivas tanto de pesquisadoras/pesquisadores/pesquisadores quanto de professoras/professoras/professores sobre o que e como ensinar, sobre qual matemática e de que forma ela precisa ser aprendida. Nesse sentido, a própria cultura *maker* pode e é percebida em diversos estudos sob outros olhares relativos às tecnologias e, conseqüentemente, sob outras perspectivas de qual matemática se ensina e de que forma isso ocorre. Assumimos que a

perspectiva teórica adota sobre as Tecnologias Digitais também acarretam perspectivas sobre o ato de educar matematicamente e pelas matemáticas.

Por sua vez, o artigo de Rosa (2023b) discute possíveis conexões entre Cinema, educação matemática e a exclusão/inclusão (transfobia) que podem ser experienciadas em aulas de matemática. Nesse ínterim, evidencia o Cinema como tecnologia cultural e pedagógica que atualmente se mostra via *streaming*, de forma a dialogar com os atravessamentos, entrelaçamentos e conexões possíveis com as dimensões crítica, política e social do educar pela(s) matemática(s), buscando contribuir por meio de produtos cinematográficos com o planejamento de aulas de matemática. Rosa (2023b) entende as Tecnologias Digitais, no caso o Cinema via *streaming*, como meio de revelação, que trazem experiências e fazem com que indivíduos e/ou coletivos vivam essas experiências. O Cinema revela histórias de personagens, com as quais as pessoas, muitas vezes, passam a se preocupar. Também, revela qualidades visuais, texturas sonoras e formas de vislumbrar a luz, a imagem, o som, a trilha sonora e isso pode envolver, cativar e abrir possibilidades de condução a uma viagem que oferece experiências, por vezes, seguindo padrões, por outras, despertando mentes e emoções. Ou ainda, em muitos casos, experiências que unem as duas coisas. Em termos de educar pela(s) matemática(s), o artigo explora e analisa um plano de aula de uma professora, indicando que uma conexão/articulação criada pela professora está no embasamento matemático concebido e sustentado nas transformações vivenciadas pelas pessoas, evidenciando o sentido educacional de transformação, principalmente, partindo de pessoas trans e travestis, ao questionar o significado de gênero e a ligação desse significado à matemática. Mais que isso, a discussão engatilha na aula de matemática uma abordagem crítica de discussão sobre empatia, sobre humanidade e equidade, sugerindo as contribuições que uma aula como essa podem trazer à compreensão/constituição de responsabilidade social e *héxis* política de suas/suas/seus estudantes, o que pode e que é revelado por meio do filme discutido.

Não obstante, o artigo de Souza e Barros (2023) assumem as TD como meio de revelação ao refletir sobre as práticas docentes dos(as) participantes de um curso de formação no processo de adaptação ao Ensino Remoto Emergencial (ERE) e sobre as contribuições da Cyberformação nesse processo. As autoras trazem uma narrativa analítica que focou a participação de três docentes em uma tarefa que envolvia a produção de uma atividade-matemática-com-vídeo. Os vídeos assumidos como TD, não são vistos como ferramentas que auxiliam às professoras, mas como meios partícipes da constituição do conhecimento, como é defendido pelo constructo da Cyberformação. Assim, o “papel das TD como um meio de transformação da sociedade, dos(as) docentes, do ensino e da aprendizagem” (Souza, 2022) é evidenciado quando as autoras destacam que compreendem que

a dimensão matemática foi evidenciada quando os(as) docentes refletiram sobre como as práticas de ensinar progressões por meio de uma atividade assíncrona com o vídeo e com o Google Forms seriam diferentes daquelas a que estavam acostumados(as), com práticas presenciais. Essas diferenças poderiam ser tanto matemáticas quanto pedagógicas, pois o vídeo, o Google Forms e as questões abertas colocadas pelo grupo exigiriam diferentes posturas de docentes e estudantes e possibilitariam investigações e novas descobertas pelos(as) estudantes (Souza & Barros, 2023, p. 20).

Logo, compreendemos que no universo da Educação Matemática brasileira as Tecnologias Digitais há muito têm sido debatidas, utilizadas, experienciadas em prol de um fazer matemática. Assumimos que em termos teóricos há um avanço de articulações,

aprofundamentos e desenvolvimento de novos constructos. As TD se mostram como mídias, artefatos, instrumentos, ferramentas e meios tecnológicos de revelação, de forma a haver forte relação com os pressupostos teóricos e filosóficos adotados, com as visões de mundo e de conhecimento das/des/dos pesquisadoras/pesquisadores/pesquisadores em questão. Porém sobretudo, evidenciando suas compreensões de matemática e de educação matemática, qual matemática educar e como educar matematicamente ou pela(s) matemática(s). Sabemos que desde o que nos trazem Rosa, Bairral, Gitirana & Borba (2018), a compreensão de que as Tecnologias Digitais transformam a(s) matemática(s) envolvida(s) no processo de educar evidencia uma forma de aglutinação dos modos de inserção das TD nos espaços educativos/formativos. Esses modos de inserção, utilização, experiência assumem suas perspectivas filosóficas, a exemplo da fenomenologia; epistemológicas como as situadas no viés vygotskyano e de instrumentalização como o de Rabardel; colaborativas, em termos de coletivos pensantes; sociais e políticas como as freireanas e muitas outras que trazem um repensar à própria Educação Matemática.

Nesse sentido, não advogamos por uma única concepção de Tecnologias Digitais na Educação Matemática e nem defendemos que uma concepção seja melhor ou pior que a outra, mas, esclarecemos que cada uma parte de pressupostos definidos e vislumbram formas de contribuir com o ensino, com a aprendizagem e com a formação de/com professoras/professoras/professores no âmbito educacional matemático. Os exemplos trazidos nesse texto e no dossiê do GT06 como um todo expressam de onde as concepções partem e como compreendem seu papel no universo da educação matemática. Assim, cabe-nos sempre avançar no sentido de expressar cada vez mais essas nuances de como entendemos a(s) matemática(s) com Tecnologias Digitais e como traçamos o futuro para o educar com elas.

## Referências

- Alves, D. B.; Souza Jr, A. J. & Jafelice, R. S. M. (2023). Tecnologias da inteligência na Educação Matemática: o AnyLogic para a produção de objetos de aprendizagem. *Revista Internacional de Pesquisa em Educação Matemática*, 13(3), 1-25.
- Basniak, M. I. & Oliveira, V. S. D. (2023) Applets na aprendizagem de frações: um olhar para o ensino remoto emergencial a partir da gênese instrumental. *Revista Internacional de Pesquisa em Educação Matemática*, 13(3), 1-27.
- Borba, M. C. & Villarreal, M. V. (2005). *Humans-With-Media and the Reorganization of Mathematical Thinking: information and communication technologies, modeling, experimentation and visualization*. New York: Springer.
- Borba, M. C., Souto, D. L. P. & Canedo Junior, N. R. (2022). *Vídeos na Educação Matemática: Paulo Freire e a quinta fase das tecnologias digitais*. Belo Horizonte, MG: Autêntica.
- Brito, C. S. & Bairral, M. A. (2023) Semelhança de triângulos: interações em malhas e controle deslizante. *Revista Internacional de Pesquisa em Educação Matemática*, 13(3), 1-22.
- Canedo Jr., N. R. & Borba, M. C. (2023) A modelagem matemática quando o problema é proposto com o vídeo digital: multivocalidade, multimodalidade e domesticação. *Revista Internacional de Pesquisa em Educação Matemática*, 13(3), 1-19.
- Cunha, J. F. T, Borba, M. C. & Souto, D. L. P.; (2022). Agency em coletivos seres-humanos-com-vídeos: escolhas teóricas e metodológicas de uma investigação na pandemia da Covid-19. In: *Anais do XIV Encontro Nacional de Educação Matemática*. (pp. 1-10) Brasília, DF: SBEM.

- Engeström, Y. (1987) *Learning by expanding: An activity-theoretical approach to developmental research*. Helsinki: Orienta-Konsultit.
- Freire, P. (2019) *Pedagogia da Autonomia: Saberes necessários à prática educativa*. (58. ed.). Rio de Janeiro: Paz e Terra.
- Freire, P. (2023) *Pedagogia do Oprimido*. (85. ed.). Rio de Janeiro: Paz e Terra.
- Gimenez, H. (2023) O vídeo digital como forma de avaliação de aprendizagem em Matemática. *Revista Internacional de Pesquisa em Educação Matemática*, 13(3), 1-16.
- Heidegger, M. (1977). *The question concerning technology, and other essays*. New York: Garland Publishing, INC.
- Iamarino, A. (2014, Outubro 23) Estamos ficando mais burros? [Arquivo de vídeo] Disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=nW-Mqe9Tgjc>
- Lucena, R., Morais, C. & Gitirana, V. (2023) Metaorquestração instrumental: estudos e desdobramentos. *Revista Internacional de Pesquisa em Educação Matemática*, 13(3), 1-23.
- McLuhan, M. (1996) *Understanding Media: The Extension of Man*. Cambridge: MIT Press.
- Mello, K. B, Roth, G. & Goetz, D. (2023) Reconstrução de monumentos históricos de Picada Café no Tinkercad: desenvolvendo competências matemáticas com base na Cultura Maker. *Revista Internacional de Pesquisa em Educação Matemática*, 13(3), 1-27.
- Neves, L. X. (2023) Multimodalidade e a expressão de ideias matemáticas por meio de vídeos por licenciandos em Matemática. *Revista Internacional de Pesquisa em Educação Matemática*, 13(3), 1-18.
- Rabardel, P. (1995). *Les hommes et les technologies: une approche cognitive des instruments contemporains*. Paris: Armand Colin.
- Rosa, M. (2008). *A construção de identidades online por meio do Role Playing Game: relações com o ensino e aprendizagem de Matemática em um curso à distância*. 263f. Tese (Doutorado em Educação Matemática). Universidade Estadual Paulista. Rio Claro, SP.
- Rosa, M. (2023a). Aventuras, Dramas e Terror: os desafios compartilhados por gêneros cinematográficos na Cyberformação com professorias que ensinam matemática. In. A. P. M. R. Barros; D. Fiorentini & A. H. A. Honorato (Org.) *Aventuras e desafios em tempos de pandemia: (re)inventar a prática docente* (pp.132-189). Porto Alegre, RS: Editora Fi.
- Rosa, M. (2023b). Cinema, Mathematics Education and Exclusions/Inclusions: possible connections. *Revista Internacional de Pesquisa em Educação Matemática*, 13(3), 1-23.
- Rosa, M., & Giraldo, V. A. (2023). Transposing problems: towards a decolonial based and (re) inventive Mathematics Education “doesn't go blank”. *Revista Internacional de Pesquisa em Educação Matemática*, 13(2), 1-25.
- Rosa, M., Bairral, M. A. & Amaral, R. B. (2015). *Educação Matemática, Tecnologias Digitais e Educação a Distância: pesquisas contemporâneas*. São Paulo, SP: Livraria da Física.
- Rosa, M., Bairral, M., Gitirana, V., & Borba, M. (2018). Digital technologies and mathematics education: interlocutions and contributions based on research developed in Brazil. In. A. J. Ribeiro, L. Healy, R. E. S. R. Borba & S. H. A. A. Fernandes. (Org). *Mathematics Education in Brazil: panorama of current research* (pp.129-147). Cham: Springer.
- Ruy, J. C. (2020, Setembro 18) A guitarra parecia ser uma extensão do corpo de Jimi Hendrix. [Web page]. Disponível em <https://vermelho.org.br/2020/09/18/a-guitarra-parecia-ser-uma->

[extensao-do-corpo-de-jimi-hendrix/](#)

- Schaefer, N. F. (2023) Estudo de gráficos mediado por objeto de aprendizagem: uma discussão com base na formação inicial de professores. *Revista Internacional de Pesquisa em Educação Matemática*, 13(3), 1-15.
- Silva, C. A. & Rosa, M. (2020). Corpo, videogame e constituição de conhecimento matemático: um estudo com Xbox Kinect. *Revista Internacional de Pesquisa em Educação Matemática*, 10(3), 45-69.
- Souto, D. L. P. & Araújo, J. L. (2013). Possibilidades expansivas do sistema seres-humanos-com-mídias: um encontro com a teoria da atividade. In: M. C. Borba & A. Chiari. (Org.) *Tecnologias digitais e Educação Matemática* (pp. 71-90). São Paulo, SP: Livraria da Física.
- Souto, D. L. P. & Borba, M. C. (2018). Humans–with–internet or internet–with–humans: a role reversal? *Revista Internacional de Pesquisa em Educação Matemática*, 8(3), 2-23.
- Souto, D. L. P. & Santos, P. A. S. (2023) Interdisciplinaridade com cartoons matemáticos digitais durante o Ensino Remoto Emergencial no Ensino Fundamental. *Revista Internacional de Pesquisa em Educação Matemática*, 13(3), 1-18.
- Souto, D. L. P. (2013). *Transformações expansivas em um curso de Educação Matemática a Distância Online*. 2013. 279f. Tese (Doutorado em Educação Matemática). Universidade Estadual Paulista. Rio Claro, SP.
- Souza, M. B. Belo, E. S. V. (2023) Sementes que germinam, brotam, nascem e se desenvolvem a seus tempos: produções de atores educacionais inseridos em diferentes espaços. *Revista Internacional de Pesquisa em Educação Matemática*, 13(3), 1-19.
- Souza, M. F. & Barros, A. P. R. M. de. (2023) Práticas docentes em um contexto de adaptação ao Ensino Remoto Emergencial: contribuições da Cyberformação com vídeos digitais. *Revista Internacional de Pesquisa em Educação Matemática*, 13(3), 1-21.
- Souza, M. F. (2022). *Cyberformação e vídeos digitais no ensino de matemática: trajetórias de aprendizagem docente*. 271f. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Matemática). Universidade Estadual de Campinas. Campinas, SP.
- Tolmasquim, A. T. (1989). Instrumentalização e simulação como Paradigmas da Ciência Moderna. *Anais do Segundo Congresso Latino-Americano de História da Ciência e da Tecnologia* (pp. 83-87). São Paulo: Nova Stella.