

Abrindo uma Caixa-Preta: as Tecnologias Digitais como Atores Protagonistas no Ensino de Matemática

Unboxing the Black Box: the Digital Technologies as Protagonists Actors in Mathematics Education

Ismael Santos Lira

Universidade Federal da Bahia. BA, Brasil.

*E-mail: ismael.lira@ufba.br

Resumo

Este texto consiste em um ensaio que busca problematizar o papel de simples ferramentas comumente atribuído às materialidades, mais especificamente às tecnologias digitais de informação e comunicação no contexto de práticas de ensino de Matemática. A partir de contribuições conceituais da Teoria Ator-Rede, sobretudo de Bruno Latour, filósofo e sociólogo francês, argumenta-se que não é suficiente reconhecer essas materialidades como elementos importantes nos processos de ensinar e aprender Matemática, pois é possível recusarmos a vê-las como meros coadjuvantes contextuais e passarmos a vê-las como agentes dinâmicos e participantes na produção contínua do conhecimento matemático. Essa é uma postura intelectual que se encontra fundamentada em pressupostos epistemológicos do movimento neomaterialista e é apontada aqui como um dos alicerces daquilo que denominamos de práticas matemáticas simétricas, no sentido da formação de redes sociotécnicas integradas por atores humanos e não-humanos posicionados em um mesmo plano ontológico e imbricados em atividades de ensino de Matemática. Buscamos refletir sobre como, desde os antigos livros impressos em tipografias, aos mais sofisticados recursos tecnológicos digitais disponíveis atualmente, sempre houve um igual protagonismo dos materiais nos processos educativos. Ao contrário do que possa parecer, isso não significa privilegiar o não-humano em detrimento do humano, mas reconhecer que ambos estão, necessariamente, interconectados nos processos de ensinar e aprender Matemática.

Palavras-chave: Tecnologias Digitais. Ensino de Matemática. Práticas Matemáticas Simétricas. Teoria Ator-Rede.

Abstract

This text is an essay that seeks to problematize the role of simple tools commonly attributed to materialities, more specifically digital information and communication technologies in the context of mathematics teaching practices. Based on conceptual contributions from Actor-Network Theory, especially from Bruno Latour, a French philosopher and sociologist, it is argued that it is not enough to recognize these materialities as important elements in the processes of teaching and learning Mathematics, as it is possible to refuse to see them as mere contextual supporting actors and to start to see them as dynamic agents and participants in the continuous production of mathematical knowledge. This is an intellectual stance that is based on epistemological assumptions of the neomaterialist movement and is pointed out here as one of the foundations of what we call symmetric mathematical practices, in the sense of the formation of sociotechnical networks integrated by human and non-human actors positioned on the same ontological plane and embedded in mathematics teaching activities. We seek to reflect on how, from the ancient printed books in printing presses to the most sophisticated digital technological resources available today, there has always been an equal protagonism of materials in educational processes. Contrary to what it may seem, this does not mean to privilege the non-human over the human, but to recognize that both are necessarily interconnected in the processes of teaching and learning Mathematics.

Keywords: Digital Technologies. Mathematics Teaching. Symmetric Math Practices. Actor-Network Theory.

1 Introdução

Inspirados pela leitura de um texto que deixa pairando no ar distinções entre a ciência e a literatura, o literal e o metafórico (Viveiros De Castro, 2018), convidamos, você, caro(a) leitor(a), para, antes de apresentarmos a discussão proposta para este ensaio teórico, iniciarmos com o romance *A paixão Segundo GH* de Clarice Lispector e, em alguns trechos, voltarmos a ele, como um “fio condutor” à semelhança dos fragmentos musicais em peças musicais operísticas, quando associados à características de um personagem ou de uma ideia recorrente.

A narrativa desenvolve-se a partir de uma cena aparentemente banal: uma mulher de classe alta, cujo nome

não sabemos, é nos dado somente as iniciais (GH), demite a empregada e decide, pessoalmente, fazer a limpeza no quarto da doméstica, pois julga estar imundo e bagunçado. Ela frustra-se ao perceber que o cômodo se encontra perfeitamente arrumado. Porém, depara-se com uma barata na porta de um armário. Neste ponto, a aparente banalidade dá lugar a contornos mais complexos e dramáticos, pois, passado o susto, a mulher, com nojo do inseto, esmaga-o e, em seguida, em êxtase, por experienciar tal feito (jamais matara um inseto antes), decide, surpreendentemente, comê-lo.

Diante da barata viva, a pior descoberta foi a de que o mundo não é humano, e de que não somos humanos (...). Porque o mundo não me tinha mais sentido humano, e o homem não me tinha mais sentido humano (...). Então, de

novo, mais um milímetro grosso de matéria branca espremeu-se para fora (...). A barata com a matéria branca me olhava. Não sei se ela me via, não sei o que uma barata vê. Mas ela e eu nos olhámos, e também não sei o que uma mulher vê. Mas se seus olhos não me viam, a existência dela me existia - no mundo primário onde eu entrara, os seres existem os outros como modo de se verem. E nesse mundo que eu estava conhecendo, há vários modos que significam ver: um olhar o outro sem vê-lo, um possuir o outro, um comer o outro, um apenas estar num canto e o outro estar ali também: tudo isso também significa ver. A barata não me via diretamente, ela estava comigo. A barata não me via com os olhos, mas com o corpo (...). Ah, será que nós originalmente não éramos humanos? E que, por necessidade prática, nos tornamos humanos? Isso me horroriza, como a ti (...). Levantei-me e avancei de um passo, com a determinação não de uma suicida, mas de uma assassina de mim mesma. (Lispecto, 1998).

A cena de uma mulher comendo a massa branca interior de uma barata, provavelmente, causa-lhe repulsa, e podemos afirmar que nos coloca diante de uma relação entre o humano (a mulher) e o não-humano (a barata) com uma expressividade e profundidade pouco usuais. Ao mesmo tempo em que a come, ela (a mulher) a si mesmo se devora [a existência dela me existia no mundo primário onde eu entrara (...) tudo se quebrava].

Essa não é, definitivamente, uma simples história de uma mulher que come uma barata, mas a exploração densa de um lado obscuro da mente da personagem, com toques expressionistas verdadeiramente inquietantes, que apontam para a prática de uma (auto)antropofagia [uma assassina de mim mesma], uma metáfora que aponta para antigas dicotomias como cultura – natureza, humano – não-humano (Viveiros De Castro, 2018). Algo como a miragem de um estágio pré-humano, sempre inatingível, contrastada frontalmente com a promessa de um clímax para além do humano, talvez um devir pós-humano, uma vez que o excerto inicia com uma afirmação que para alguns possa soar perturbadora [o mundo não é humano] ou, em outras palavras, nunca fomos somente humanos (Pyyhtinen & Tamminen, 2011).

A conclusão a que chega a personagem, por mais surpreendente que possa parecer, numa primeira mirada, faz-nos refletir sobre como, na pesquisa em Educação Matemática, os não-humanos, muitas vezes, têm sido relegados ao papel de meros coadjuvantes contextuais [um olhar o outro sem vê-lo]. Postura intelectual que remonta ao antropocentrismo (o humano como centro e medida de todas as coisas) e ao construtivismo do século XX (os significados são construídos nas interações humanas, portanto não há que se pensar em realidades além daquelas elaboradas pela mente humana.).

Essa postura, todavia, tem encontrado oposição de um movimento filosófico denominado neomaterialismo (Gamble et al., 2022, p.189), perspectiva que busca, diretamente, “problematizar as orientações antropocêntricas e construtivistas” de um grande número de teorias sociológicas. O termo neomaterialismo é amplo e abrange diferentes vertentes, algumas das quais são incompatíveis entre si. No entanto, todas elas compartilham a visão de que a materialidade

é dinâmica.

A importância das interações entre humanos, a natureza e os objetos que os cercam, mais especificamente aqueles utilizados para o trabalho, tem sido tema de reflexões ao longo da história da filosofia e das ciências sociais. Todavia, a materialidade (e os entes biológicos também) tem ganhado, na atualidade, nesses campos de inquérito, novo impulso, maior notoriedade, buscando-se romper com as limitações ainda antropocêntricas de algumas abordagens anteriores.

Deslocando essa discussão para a pesquisa em Educação Matemática, podemos refletir sobre como, desde os antigos livros impressos em tipografias, aos mais sofisticados recursos tecnológicos digitais disponíveis atualmente, sempre houve uma importância fundamental dos materiais nos processos educativos (Law & Lin, 2022). Ao contrário do que possa parecer, isso não significa privilegiar o não-humano em detrimento do humano, mas reconhecer que ambos estão, necessariamente, imbricados nos processos de ensinar e aprender Matemática.

Pesquisas recentes (Green et al., 2019; Klaus et al., 2021; Unsworth & Tummons, 2021; White, 2019) que se fundamentam em pressupostos neomaterialistas, reforçam o posicionamento de que os não-humanos são agentes ativos que contribuem para a compreensão da existência dos próprios agrupamentos humanos. Ao lançarmos nosso olhar para o uso de tecnologias digitais em práticas matemáticas, perguntamo-nos: por que elas [as tecnologias digitais] são tomadas apenas como ferramentas? Isto é, são consideradas como meros coadjuvantes contextuais, não como participantes efetivos no processo contínuo de construção do conhecimento matemático e dos processos envolvidos no ensinar e aprender Matemática.

Embora saibamos que a exclusão digital atinge uma grande parte da população e, conseqüentemente, muitas escolas, cada vez mais, computadores, a internet, dispositivos móveis, jogos digitais, vídeos e os filmes em plataformas de streaming também se fazem presentes como protagonistas em aulas de Matemática (Bairral & Carvalho, 2019; Orba et al., 2020; Oechsler & Borba, 2020; Souza & Rosa, 2021). Essa constatação nos convida a uma reflexão mais profunda sobre a materialidade das coisas, porque isso pode nos ajudar a percebermos mais claramente que as relações humanas são, inescapavelmente, mediadas pela materialidade (Law & Lin, 2022).

Nossas reflexões se voltam para as associações entre humanos e tecnologias digitais em práticas matemáticas que se desenvolvem no espaço escolar, por isso nosso objetivo é, justamente, problematizar o papel atribuído às tecnologias digitais no ensino de Matemática, a partir de contribuições conceituais de Bruno Latour. Na próxima seção, apresentamos alguns dos principais constructos latourianos, na segunda seção esclarecemos aquilo que denominamos de práticas matemáticas simétricas, a partir da noção de agência das

tecnologias digitais, na última seção tecemos as considerações finais.

2 As Redes Sociotécnicas

Relatando de si para si, GH dá pistas de como o encontro incidental com a barata e o ato de comê-la a tocou, fazendo-a interpelar o inseto morto da seguinte forma:

Ontem de manhã quando saí da sala para o quarto da empregada - nada me fazia supor que eu estava a um passo da descoberta de um império. A um passo de mim. Minha luta mais primária pela vida mais primária ia-se abrir com a tranquila ferocidade devoradora dos animais do deserto. Eu ia me defrontar em mim com um grau de vida tão primeiro que estava próximo do inanimado. (...) Não posso fazer nada por você, barata. Não quero fazer nada por você. É que não se tratava mais de fazer alguma coisa: o olhar neutro da barata me dizia que não se tratava disso, e eu o sabia. (Lispector, 1998).

Retomamos aqui a afetação de GH com a materialidade, ao se defrontar com um [grau de vida tão primeiro que estava próximo do inanimado], para introduzir a temática de como as tecnologias digitais invadiram nosso cotidiano. Essa constatação já se tornou lugar comum (quase um “clichê”), pois sabemos como notebooks, smartphones, tablets, chats, sites e softwares, as redes sociais como Facebook, WhatsApp, YouTube, Twitter (X), etc. se tornaram tão importantes em nosso cotidiano, do trabalho ao lazer. O fato de que eles estão constantemente a nos rodear e interferir em nosso modo de pensar, sentir e conviver, modificando nossos hábitos, reconfigurando espaços e nossas relações e práticas matemáticas tem sido documentado (Soares Ribeiro et al., 2021).

O interesse pelo uso dessas tecnologias no ensino de Matemática, no Brasil, remonta à década de 1980 (Borba et al., 2020). Ele é crescente e pode ser percebido pela existência de grupos de estudos consolidados, produção acadêmica consistente (algumas de repercussão internacional), e número significativo de dissertações e teses. Por exemplo, verifica-se um número, cada vez maior, de trabalhos apresentados com essa temática no Encontro Brasileiro de Estudantes de Pós-Graduação em Educação Matemática – EBRAPEM (Felcher et al., 2019), soma-se a isso a existência de um grupo de trabalho na Sociedade Brasileira de Educação Matemática (SBEM), o GT 06 de Tecnologias Digitais e Educação a Distância.

Recentemente vimos o impacto da pandemia de covid-19 na rotina de professores e estudantes, exigindo que se apropriassem de algumas dessas tecnologias digitais. (Borba, 2021; Borba et al., 2022). O fato de um agente não humano, o vírus SARS-CoV-2, ter colocado a humanidade “de joelhos”, ante uma calamitosa e devastadora situação, na área de saúde pública, remete-nos às reflexões de Bruno Latour. O pensador propõe que o funcionamento de todas as coisas se dá “em” e “através” de redes. Inicialmente faremos referência a esse conceito sem apresentar sua definição, porque discorreremos primeiro sobre as bases que lhe dão suporte. Por enquanto,

caro(a) leitor(a), pense em rede como uma teia de associações onde estão interconectados humanos e não-humanos (Latour, 2021).

Latour (2021) sustenta que as associações entre humanos e não-humanos estão constantemente sendo estabelecidas e desconstruídas, em processos de agrupamento, desmembramento e reagrupamento. Por isso, ele propõe substituir a ideia de sociedade pela de coletivo, conjunto de inúmeras redes sociotécnicas emaranhadas formadas por humanos e não-humanos, assim, para entender o papel das tecnologias digitais no ensino de Matemática, é preciso compreender como elas se relacionam com os humanos. Essas relações são complexas e dinâmicas, e podem ser formadas, mantidas ou alteradas de diversas maneiras. Um dos desafios dos pesquisadores que estudam esse tema é demonstrar que as tecnologias digitais não são apenas ferramentas neutras, mas sim elementos ativos que participam da construção do conhecimento matemático.

O estudo das redes sociotécnicas tem sido o foco da abordagem teórico-metodológica que ficou conhecida como Teoria do Ator-Rede (Actor-network theory - ANT). Inicialmente proposta por Bruno Latour, Michel Callon e John Law, essa abordagem emerge, na década de 1980, no campo de estudos de ciência, sociedade e tecnologia, propondo uma reformulação da definição do social, contestando as abordagens sociológicas tradicionais, trazendo impactos em diversos ramos do conhecimento, como sociologia, antropologia e educação.

Da mesma forma que Cavalcante et al. (2017), usaremos o acrônimo ANT em inglês (“ant” significa formiga), isso nos permite manter a comparação latouriana entre as características das formigas e as atitudes dos pesquisadores que adotam a ANT: “um viajante cego, míope, viciado em trabalho, farejador e gregário” (Latour, 2012, p.28). Como as formigas estão sempre em busca de comida, elas deixam um rastro de feromônio para não se perderem e serem encontradas pelas demais formigas, da mesma forma, os pesquisadores que adotam a ANT avançam sem ter um plano definido, mas sempre voltam ao ponto de onde partiram, porque interessamos seguir os agentes que estão atuando.

Podemos dizer que esse movimento de vaguear em busca de “achados” e constantemente retornar ao início, faz da ANT uma lente teórica propícia para nos ajudar a lidarmos com as dicotomias herdadas do cientificismo renascentista [cultural – natural, local (micro) – global (macro), etc.], pois trata-se de uma noção “mais flexível que a de sistema, mais histórica que a de estrutura, mais empírica que a de complexidade” (Latour, 2021, p.9).

A título de exemplo, citamos estudos baseados em pressupostos teórico-metodológicos da ANT que abordam a associação de estudantes, professores e tecnologias digitais em aulas de Matemática, buscando dar conta de como se dão as relações entre humanos e materialidades envolvidas no ensino de Matemática (Sinclair & de Freitas, 2019; White,

2019), por meio da identificação de complexas redes “que sustentam e legitimam os agrupamentos em que operam” (Green et al, 2019, p.1).

Há, entretanto, que se tomar cuidado com o emprego da palavra rede, porque, nessa abordagem, ela não representa “um objeto exterior com a forma aproximada de pontos interconectados, como um telefone, uma rodovia ou uma ‘rede’ de esgoto” (Latour, 2012, p. 189). Assim, devemos fazer a distinção entre rede como resultado e rede como processo (Latour, 2012), ou seja, a rede descrita (resultado) e a utilizada para realizar a descrição (processo). Os elementos que constituem uma rede são denominados de actantes, termo oriundo da semiótica indicando sua capacidade para a ação. Quando nos referimos a um actante específico, podemos empregar a palavra ator, aquele que a “muitos outros leva a agir”. A escolha dessa palavra indica que “jamais fica claro quem ou o que está atuando quando as pessoas atuam, pois o ator, no palco, nunca está sozinho ao atuar” (Latour, 2012, p. 75-76).

Klaus, Lübeck e Boscaroli (2021) utilizam o conceito de rede para examinar a vivência de professores que lecionam matemática em escolas bilíngues para surdos, fazendo uso do software Scratch para programação. O estudo destaca como as interações com essa tecnologia digital influenciaram a trajetória de formação e carreira dos docentes, enfatizando a importância da voz desses profissionais. Isso proporcionou a eles a oportunidade de reconsiderar sua própria existência diante de um grupo diversificado de elementos externos ao seu eu, os quais desencadeiam intervenções e interações, levando a um processo de reinvenção interior.

Se atentarmos para essa afirmação, poderemos perceber que a noção de rede funciona com um controlador de qualidade do texto realizado (descrição mais detalhada possível) e essa qualidade, por sua vez, está em função, precisamente, de quantos atores o pesquisador consegue encarar como mediadores e como eles conseguem ser exitosos em realizar o social (identificar conexões). O termo mediador indica que um determinado ator efetua uma ação na rede, ou seja, é um actante. Já um intermediário se refere ao ator que fica em segundo plano e somente transporta (deslocando de um lugar para outro) sem modificar nada e como não consegue mediar, não produz diferença alguma.

Tendo em vista o exposto, um bom relatório de pesquisa, na perspectiva latouriana, é aquele capaz de trazer “o mundo social à existência” oferecendo-nos “uma narrativa (...) na qual todos os atores fazem alguma coisa e não ficam apenas observando” (Valadão et al., 2017, p.189), isto é, tecendo redes de atores humanos e não-humanos, por meio de várias conexões onde sejam tratados como mediadores e não como intermediários. São essas “invenções textuais” (narrativas onde os atores agem) que podem tornar o social novamente uma entidade circulante “não mais composta dos velhos elementos que antes eram vistas como parte da sociedade” (Ibidem).

Por isso, consideramos ser possível, ao esquadrihar as interações entre humanos e as tecnologias digitais, um pesquisador reagregar não somente as tecnologias digitais como outras mídias ao social. White (2019) é um estudo que busca fazer justamente isso, pois toma como actantes tanto os estudantes como os dispositivos tecnológicos digitais nas atividades desenvolvidas nas aulas de matemática que observou. A pesquisa abordou como as associações entre esses atores podem favorecer o ensino de matemática. Os dados da pesquisa sugerem que reconhecimento da agência dos não-humanos pode complementar e enriquecer “as estruturas teóricas para analisar atividades em sala de aula” (p. 1). Apontam ainda que o dispositivo tecnológico digital utilizado (calculadoras eletrônicas) em sua pesquisa desempenhou um papel fundamental para fornecer uma “estrutura para considerar as complexidades e compensações envolvidas no cultivo do uso proficiente da ferramenta e da compreensão conceitual matemática” (Ibidem).

Como vimos, a noção de rede nos permite o rastreamento de associações ainda não cristalizadas. Na seção seguinte, partiremos da noção de redes sociotécnicas para vislumbramos a possibilidade de práticas matemáticas onde as tecnologias digitais são tomadas igualmente como protagonistas nos processos de ensinar e aprender Matemática.

3 Abrindo uma Caixa-Preta para Vislumbrarmos Práticas Matemáticas Simétricas

À semelhança da investigação filosófica, a pesquisa no campo das ciências humanas e sociais costuma iniciar-se pelo espanto, um estado de perplexidade, comoção e inquietação paradoxal ante o desconhecido. Isto é, a presença de “algo ao mesmo tempo invisível e tangível, aceito, mas surpreendente, mundano, mas de uma sutileza desconcertante que desencadeia a tentativa apaixonada de domar a fera do social” (Latour, 2012, p.41). Esses dois estados coexistem em um movimento de externalidade e interioridade que pode ser metaforizada pela experiência vivenciada pela personagem lispectoriana:

Ontem, no entanto, perdi durante horas e horas a minha montagem humana. Se tiver coragem, eu me deixarei continuar perdida (...). Fico tão assustada quando percebo que durante horas perdi minha formação humana. Não sei se terei uma outra para substituir a perdida. Sei que precisarei tomar cuidado para não usar superficialmente uma nova terceira perna que em mim renasce fácil como capim (...) algo da natureza terrível geral - que mais tarde eu experimentaria em mim. (*Lispector, 1998*).

A barata invadiu seu mundo “civilizado” [perdi durante horas e horas a minha montagem humana (...)] e a arrastou para fora do humano [não sei se terei uma outra para substituir a perdida] para experimentar a [natureza terrível geral]. A visão da personagem é, dessa maneira, “mais do que um relato externalizado da natureza, é perceber como ela se infiltra nos processos criativos e reposiciona o ser humano: também ele [ela] é natureza” (Bernardino, 2017, p.138). Justamente para colocar em xeque essa dicotomia entre cultura e natureza,

Latour (2021) retoma, da sociologia do conhecimento, o princípio da simetria, propondo o princípio da simetria generalizada. O primeiro abriu a possibilidade de se investigar a produção científica empregando os mesmos esforços e recursos para o estudo do erro como do acerto, o segundo resulta na atribuição do estatuto ontológico de actante para humanos e não-humanos.

Devemos destacar, porém, que isso não significa igualá-los, ou seja, não se busca uma “absurda simetria” entre humanos e não-humanos, conferindo aos últimos características dos primeiros. Intenta-se tão somente (recorrendo ao irônico conselho latouriano de “apenas” seguir os atores, como se fosse uma trivialidade) instigar pesquisadores a incluí-los em suas análises, concedendo-lhes um olhar atento, seguindo seus rastros, abandonando a abordagem antropocêntrica, deixando de considerar os materiais apenas como artefatos, passando a considerar sua agência. A simetria pode, nesses termos, ser entendida como não “impor a priori uma assimetria espúria entre ação humana intencional e o mundo material das relações causais” (Ibidem). Esse apelo latouriano para rejeitarmos a intencionalidade não precisa, necessariamente, ser seguido à risca, porque não precisamos descartar totalmente a intencionalidade (Kim, 2020, p.1), basta para isso desumanizá-la e reconhecer que existe uma forma não-humana de intencionalidade que não é necessariamente vinculada à consciência. “O corpo não é matéria inerte, mas é animado e intencional, pois é um esforço para continuar em seu ser”.

Segundo Latour (2012), a agência de um actante é a sua capacidade de produzir mudanças, estabelecendo conexões com outros actantes, sejam eles humanos ou não. Isso significa que a ação não é necessariamente uma manifestação da vontade ou da intenção humana, mas pode ser um produto de uma série de fatores, que nem sempre são fáceis de identificar. A agência é, portanto, um fenômeno complexo, que não pode ser reduzido a um único elemento. Tendo em vista o exposto, podemos suscitar a seguinte questão: qual o papel das tecnologias digitais nas práticas matemáticas?

Considerar as tecnologias digitais como simples ferramentas disponíveis para o uso humana é uma “pacificação” de sua atuação que, por sua vez, proporciona a existência daquilo que é chamado de caixa-preta em relação à investigação sobre sua presença no ensino de matemática. O termo destacado é empregado por Latour (2001, 2012) para se referir a um fenômeno já consolidado, estável a respeito do qual basta saber o que nela entra e o que dela sai. Se quisermos abrir essa caixa-preta, será necessário reconhecer que as tecnologias digitais também são protagonistas nas práticas matemáticas das quais fazem parte. Como a única forma de identificar se um ator é mediador é através de sabermos como atua, em termos promover conexões e modificações na rede e naquilo que é transportado, a pergunta acima poderia ser expressa assim: como outros atores “foram modificados,

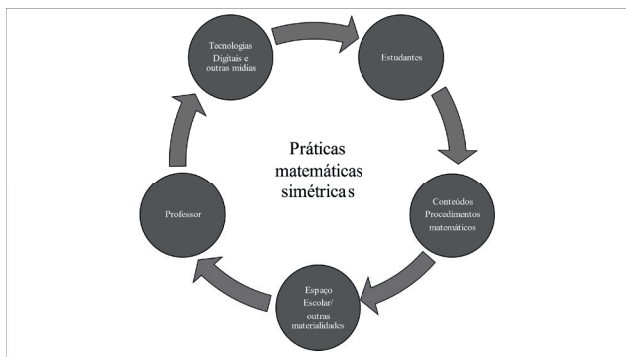
transformados, perturbados ou criados” (Lator, 2001, p.43) pelas tecnologias digitais em práticas matemáticas?

Uma caixa-preta foi um dia uma caixa-cinza, fenômenos em construção, instáveis e quentes, uma questão ainda não resolvida. Abrir uma caixa-preta implica trazê-la novamente para esse primeiro estado. Venturini (2010, p.7, tradução nossa) lança mão do magma vulcânico em erupção, como ilustração, para se referir os estados frio e quente de uma questão controversa, em um dado campo de pesquisa. Essa alegoria nos ajuda a perceber como tais questões podem ser algo complexo, onde são fundidas e forjadas a vida coletiva, ou seja, elas representam o social em estado magmático. Assim como as rochas são formadas pela lava líquida e quente (caixa-cinza) que se esfria e se solidifica (caixa-preta), os “estados sólido e líquido existem em uma incessante transformação mútua; enquanto, nas margens, a lava esfria e cristaliza, alguma outra rocha sólida tocada pelo calor do fluxo derrete e passa a fazer parte dele”.

Como afirmamos anteriormente, faz-se necessário subvertermos a posição de ferramentas atribuídas às tecnologias digitais, trazendo-as para o palco das práticas matemáticas na condição de verdadeiros atores que afetam outros atores, reagregando-as ao social. Assim como na mítica caixa aberta por Pandora, depois de todos os males da humanidade escaparem, ter restado, em seu interior, um elemento, a esperança, vislumbramos, ao colocar em suspense o papel de coadjuvante para as tecnologias digitais, no ensino de matemática, tomando-as com um status ontológico horizontalizado, reforçar a postura intelectual que lança os alicerces daquilo que denominamos de práticas matemáticas simétricas.

Embora as práticas matemáticas não estejam restritas ao espaço escolar, nesse estudo, referimo-nos especificamente aos processos de aprender e ensinar matemática que aí se desenvolvem. Usamos a expressão práticas matemáticas simétricas para fazer referência a formação de redes sociotécnicas integradas por estudantes, professores, conteúdos/procedimentos matemáticos, recursos pedagógicos, etc. posicionados em um mesmo plano ontológico e imbricados em atividades de ensino de matemática não dicotômicas (rejeitas as dicotomias cientificistas antropocêntricas). Perceba que não estamos nos referindo apenas ao ensino mediado por computadores ou outros dispositivos tecnológicos. A ideia é rompermos com a clássica tríade didática (professor, estudante, conhecimento) (Libâneo, 1994), de matriz humanista (lembrese, o conhecimento aqui não possui estatuto de actante), para reagregarmos simetricamente as materialidades envolvidas nas práticas de ensino.

Figura 1 - Esquema de possíveis atores envolvidos em práticas matemáticas tomados simetricamente



Fonte: os autores.

Na Figura 1, representamos alguns possíveis atores (poderíamos elencar outros) envolvidos em práticas matemáticas posicionados em círculo, ou seja, todos equidistantes do centro, sem hierarquia. Tal horizontalidade, como vimos, vincula-se à agência de não-humanos em associações simétricas com humanos. Um exemplo disso pode ser encontrado em Santaella e Cardoso (2015,p.169) que, para exemplificarem a ideia de que a ação não pode ser reduzida à intenção humana, recorrem aos argumentos pró e contra utilizados na campanha publicitária para o referendo sobre o desarmamento ocorrida no Brasil em 2005. De um lado, tínhamos a expressão “armas matam pessoas” que sugere que a técnica é a principal responsável pela violência. De outro lado, a expressão “pessoas matam pessoas; não armas” atribui a responsabilidade aos humanos. Para os autores as duas expressões são reducionistas, porque desconsideram a complexidade da associação entre inteligência humana e técnica. Essa associação, afirmam eles, “não pode ser descrita nem pelo homem nem pela arma, já que as partes isoladas não contêm os atributos do todo”.

O problema da hierarquização entre humanos e não-humanos pode ser superado pelo conceito de “mediação técnica”. Esse conceito vê ambas as categorias como simétricas, influenciando-se mutuamente. A mediação técnica possibilita a gênese de propriedades novas, que só surgem da associação entre homem e máquina. Uma pessoa com um revólver não é mais o mesmo que uma pessoa desarmada. É esse processo de mediação ou tradução que, segundo Latour (2012), faz proliferar os atores híbridos. Esses argumentos nos remetem à experiência de GH:

Eu, corpo neutro de barata, eu com uma vida que finalmente não me escapa pois enfim a vejo fora de mim - eu sou a barata, sou minha perna, sou meus cabelos, sou o trecho de luz mais branca no reboco da parede sou cada pedaço infernal de mim - a vida em mim é tão insistente que se me partirem, como a uma lagartixa, os pedaços continuarão estremeando e se mexendo. Sou o silêncio gravado numa parede, e a borboleta mais antiga esvoaça e me defronta: a mesma de sempre. De nascer até morrer é o que eu me chamo de humana, e nunca propriamente morrerei (...). Como é luxuoso este silêncio. É acumulado de séculos. É um silêncio de barata que olha. O mundo se me olha. Tudo olha para tudo, tudo vive o outro; neste deserto as coisas sabem as coisas.

As coisas sabem tanto as coisas que a isto..., a isto chamarei de perdão, se eu quiser me salvar no plano humano. É o perdão em si. Perdão é um atributo da matéria viva. Perdão é um atributo da matéria viva. - Vê, meu amor, vê como por medo já estou organizando, vê como ainda não consigo mexer nesses elementos primários do laboratório sem logo querer organizar a esperança. É que por enquanto a metamorfose de mim em mim mesma não faz nenhum sentido. É uma metamorfose em que perco tudo o que eu tinha, e o que eu tinha era eu - só tenho o que sou. E agora o que sou? Sou: estar de pé diante de um susto. Sou: o que vi. Não entendo e tenho medo de entender, o material do mundo me assusta, com os seus planetas e baratas. (Lispector, 1998, p.45).

A personagem se funde com o inseto [eu, corpo neutro de barata (...) eu sou a barata], dessa relação surge um híbrido, a mulher em associação com a barata. Mas ela tem consciência que não somente esse inseto a está afetando, porque [as coisas sabem as coisas (...)] e temia mergulhar numa compreensão mais profunda da materialidade [o material do mundo me assusta, com os seus planetas e baratas].

Quando um estudante usa uma tecnologia digital para aprender Matemática, ele e a tecnologia se influenciam mutuamente (se fundem? talvez...). A tecnologia pode ajudar o estudante a pensar de novas maneiras, e o estudante pode ajudar a tecnologia a se desenvolver (por exemplo, a inteligência artificial). Essa interação cria nova entidade, um híbrido, que é diferente de ambos os elementos originais. O ensino de matemática pode ser visto como uma rede de híbridos. Nessa rede, as tecnologias digitais podem ser importantes atores a afetando os processos de aprendizagem dos estudantes. A noção de mediação abre, portanto, uma nova perspectiva para a pesquisa em Educação Matemática, porque não aborda apenas a influência mútua entre as categorias, mas as toma simetricamente. Essa perspectiva permite que os pesquisadores explorem as relações entre humanos e não-humanos no ensino de Matemática, incluindo relações entre humanos e tecnologias digitais, mas também relações entre humanos e outras materialidades, como o espaço escolar.

Para rastrear essas associações simétricas nas diversas práticas matemáticas, entre outras possibilidades, podemos lançar mão da cartografia de controvérsias, uma cartografia social latouriana pensada inicialmente como uma estratégia para ajudar pesquisadores iniciantes a desenvolverem estudos ANT. Porém seu alcance vai além de seu interesse didático primeiro, uma vez que “é hoje um método de pesquisa completo, embora, infelizmente, pouco documentado” (Venturini, 2010, p.258, tradução nossa). Nessa abordagem metodológica, busca-se por formas de se observar e descrever as controvérsias que se instalam em uma coletividade. Pode ser compreendida como um exercício onde esses processos de observação e descrição, implicados no conselho latouriano: apenas siga os atores são tomados em sua complexidade.

As controvérsias correspondem a questões sobre as quais não há consenso entre os atores de um coletivo. Iniciam

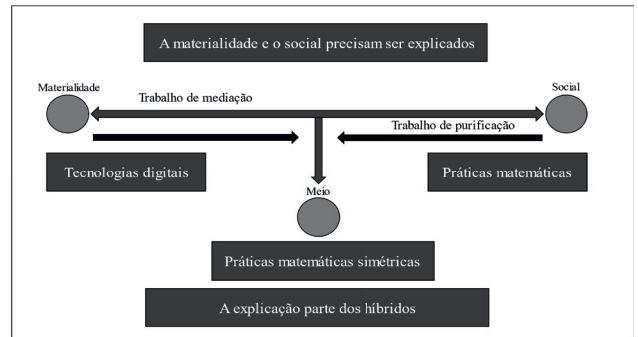
quando eles já não podem mais ignorar uns aos outros, pois a discordância atinge o ponto em que não apenas as respostas são conflitantes, mas até as próprias questões são colocadas em xeque. Somente terminam quando é possível firmar-se um acordo sólido que possibilite a convivência (isso não exclui o uso da força para impor tal acordo). O papel atribuído às tecnologias digitais no ensino de matemática, embora haja discordâncias sobre a atuação desses actantes, não chega a se constituir, em si, uma controvérsia, porque já se tornou uma caixa-preta, por isso consideramos ser necessário abri-la e torná-la novamente uma caixa-cinza, facilitando, assim, o rastreamento dessas associações.

Essa afirmação pode suscitar os seguintes questionamentos: como tornar o papel das tecnologias digitais no ensino de Matemática novamente uma controvérsia? Como abrir essa caixa-preta para vislumbrarmos práticas matemáticas simétricas, nas quais tecnologias digitais são partícipes? Como um cartógrafo pode trilhar o caminho de reagregá-las ao social? Uma possível resposta seja: uma vez que os atores possuem pontos de vista distintos, tal empreendimento não pode se constituir em uma síntese do modo de compreensão da maioria, mas a exploração da multiplicidade de pontos de vistas. As minorias, via de regra, são as responsáveis por fazem as controvérsias emergirem, impedindo, assim, que sejam ignoradas, por menor e pouco relevante que seja o número de atores discordantes.

Não estamos afirmando, entretanto, que os pontos de vistas possuem a mesma relevância, já que “as controvérsias têm centros e periferias, relevos e vales, fronteiras e passagens (...) nem todas as posições são iguais e os atores lutam para construir e ocupar posições (...) que lhes permite afetar as ações de outros atores” (Venturini, 2010, p.3, tradução nossa). Uma das possibilidades para o cartógrafo social alimentar essa controvérsia sobre o papel das tecnologias nas práticas matemáticas é, como afirmamos anteriormente, multiplicar o número de atores que busca rastrear. É que poderá abrir caminho para abordagens simétricas, rejeitando as explicações que partem dos polos entre o que é materialidade e o que é social, utilizados como chave de explicação. Ao rejeitar as explicações que polarizadas, a direção buscada é o meio, porque, caso contrário, só conseguiria fazer surgir ainda mais intermediários.

Como isso ocorre? Pelo trabalho de purificação, que consiste em manter humanos e não-humanos ontologicamente separados (sujeitos e objetos). Conforme a figura abaixo, as respostas podem surgir, todavia, quando se parte do meio para os polos, nesse caso, é a materialidade e o social é que devem ser explicados e deixam de ser considerados chaves de interpretação.

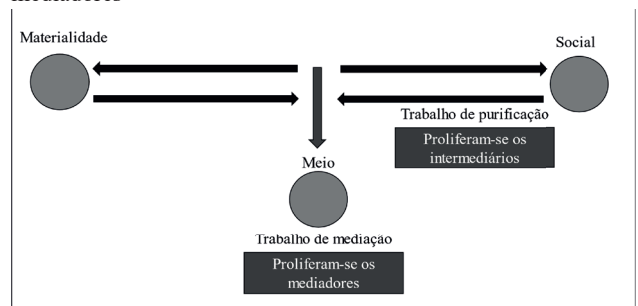
Figura 2 - Esquema de constituição de práticas matemáticas simétricas



Fonte: baseado em Latour (2021).

A Figura 3 ilustra como o analista pode conseguir multiplicar os atores atuantes como mediadores se conseguir captar o trabalho de mediação que possibilita a proliferação de híbridos nesse “Reino do Meio”, lugar desses estranhos seres que podem ser classificados com objetos, nem como sujeitos, também chamados por Latour (2021) de quase-objetos ou quase-sujeitos.

Figura 3 - Esquema da proliferação de intermediários e mediadores



Fonte: baseado em Latour (2021).

Isso nos leva ao fato de que uma única descrição pode não ser suficiente para termos uma representação eficaz do papel das tecnologias digitais nas práticas matemáticas. A saída, a nosso ver, que se apresenta mais viável, é desenhar várias delas, tal como se faz com mapas de uma mesma região que traz informações sobre aspectos diferentes dela (vegetação, hidrografia, relevo, etc.). Assim, mesmo que cada mapa “falhe em capturar a riqueza das disputas, todos juntos podem fazer o truque”. Obviamente isso implica em repetições, porém essa “redundância estabiliza as representações e as torna capazes de suportar os tremores do debate público (Venturini, 2012, p.4).

O cartógrafo de associações deve ter em mente que a cartografia latouriana coloca em suspense todo comprometimento com métodos estabelecidos, instrumentos e procedimentos. Deve manter-se aberto para usar as ferramentas e protocolos que forem necessárias ou mesmo criá-los. É preciso que deixe os atores expressem seus modos conflitantes de compreender o “terreno mapeado”. Precisa, portanto, estar atento para o fato de que eles [os atores] também estão envolvidos na busca pela compreensão do mundo em que vivem e estão aptos a discorrerem sobre ele.

Dessa forma, um cartógrafo que despreza esse conhecimento local está preparando mapas inúteis, porque uma cartografia social deve se estender para abarcar o maior número de representações nativas.

4 Conclusão

Para ilustrarmos como actantes não-humanos (biológicos e não biológicos) são atuantes e afetam os actantes humanos e os fazem agir, iniciamos esse ensaio fazendo menção à experiência de GH, a personagem lispectoriana. Ao comer a barata, ela se defrontou com um grau de vida tão primeiro que estava próximo do inanimado, ato que lhe proporcionou a *destruição “várias” camadas arqueológicas humanas*. Essa experiência catártica metaforiza a necessidade de buscarmos formas de identificar não somente como os sujeitos constituem os objetos, mas como esses constituem aqueles e como surgem os híbridos ou quase-objetos.

Com o objetivo de problematizar o papel atribuído às tecnologias digitais no ensino de matemática, apontamos a Teoria Ator-Rede como uma teoria social que pode nos ajudar a lançarmos um novo olhar para essas tecnologias em sua materialidade. Isto é, a necessidade de subvertemos o papel de coadjuvante contextuais (ferramentas) que lhes é, majoritariamente, atribuído pela literatura. Como vimos, para uma abordagem em consonância com pressupostos neomaterialista não é suficiente reconhecermos as materialidades como elementos importantes nos processos de ensinar e aprender Matemática. É necessário encarmos-lhes como atores dinâmicos e partícipes na construção contínua do conhecimento matemático.

Esse empreendimento pode nos possibilitar realizarmos cartografias daquilo que denominamos de práticas matemáticas simétricas, onde atores humanos e não-humanos, posicionados em um mesmo plano ontológico, integram múltiplas redes sociotécnicas, constituidoras de espaços de aprendizagem. Essas cartografias pressupõe a disposição para suscitar novamente a controvérsia sobre o papel das tecnologias digitais, ou seja, abrir essa caixa-preta, fazendo dela novamente uma caixa-cinza, para tornar as associações entre humanos e essas tecnologias, nas práticas matemáticas, mais facilmente rastreáveis.

Referências

- Bairral, M., & Carvalho, M. (2019). Dispositivos Móveis no Ensino de Matemática: Tablets e Smartphones. Editora Livraria da Física.
- Bernardino, L. (2017). Pluralidades de um oikos pós-humanista. *Cadernos de Literatura Comparada*, 37, 131–146. <https://doi.org/10.21747/21832242/litcomp37a6>
- Borba, M. C. (2021). The future of mathematics education since COVID-19: humans-with-media or humans-with-non-living-things. *Educational Studies in Mathematics*, 108(1–2), 385–400. <https://doi.org/10.1007/s10649-021-10043-2>
- Borba, M.C., Silva, R. S. R., & Gadanidis, G. (2020). Fases das tecnologias digitais em Educação Matemática Sala de aula e internet em movimento. *Autêntica*.
- Borba, M.C., Souto, D. L. P. S., & Canedo Junior, N.R. (2022). Vídeos na educação matemática: Paulo Freire e a quinta fase das tecnologias digitais. *Autêntica*.
- Cavalcante, R. B., Esteves, C.J.S., Pires, M.C.A., Vasconcelos, D.D., Freitas, M.M., & Macedo, A.S. (2017). A teoria ATOR-REDE como referencial teórico-metodológico em pesquisas em saúde e enfermagem. *Texto & Contexto - Enfermagem*, 26(4). <https://doi.org/10.1590/0104-07022017000910017>
- Felcher, C.D.O., Pinto, A.C., & Folmer, V. (2019). Tendências em Tecnologias Digitais no Ensino da Matemática Reveladas no EBRAPEM. *Educação Matemática Pesquisa: Revista do Programa de Estudos Pós-Graduados em Educação Matemática*, 21(2). <https://doi.org/10.23925/1983-3156.2018v21i2p001-022>
- Gamble, C.N., Hanan, J.S., Nail, T., Viana, I.C., & Hoffmann, C. (2022). O que é o novo materialismo? (Des)troços, 2(2), 188–219. <https://doi.org/10.53981/destroos.v2i2.36348>
- Green, A.M., Brand, B.R., & Glasson, G.E. (2019). Applying actor-network theory to identify factors contributing to nonpersistence of African American students in STEM majors. *Science Education*, 103(2), 241–63. <https://doi.org/10.1002/sce.21487>
- Kim, J. (2020). The problem of nonhuman agency and bodily intentionality in the Anthropocene. *Neohelicon*, 47(1), 9–16. <https://doi.org/10.1007/s11059-020-00534-1>
- Klaus, V.L.C.A., Lübeck, M., & Boscaroli, C. (2021). De um caminhar na perspectiva inclusiva a um coletivo de atores em uma formação continuada em tecnologias no ensino de Matemática: reflexões da trajetória. *Revista de Ensino de Ciências e Matemática*, 12(1), 1–19. <https://doi.org/10.26843/rencima.v12n1a21>
- Latour, B. (2001). *Esperança de Pandora: ensaios sobre a realidade dos estudos científicos*. EDUSC.
- Latour, B. (2012). *Reagregando o social: uma introdução à teoria Ator-Rede*. EDUFBA – EDUSC
- Latour, B. (2019). *Investigação sobre os modos de existência: Uma antropologia dos modernos*. São Paulo: Vozes.
- Latour, B. (2021). *Jamais fomos modernos: ensaio de antropologia simétrica*. São Paulo: Editora 34.
- Law, J., & Lin, W. (2022). Care-ful Research: Sensibilities from Science and Technology Studies (STS). Em U. Flick (Org.), *The SAGE Handbook of Qualitative Research Design*.
- Libâneo, J. C. (1994). *Didática*. São Paulo: Cortez.
- Lispector, C. (1998). *A Paixão segundo G.H. Paixão segundo G.H.*
- Oechsler, V., & Borba, M. C. (2020). Mathematical videos, social semiotics and the changing classroom. *ZDM*, 52(5), 989–1001. <https://doi.org/10.1007/s11858-020-01131-3>
- Pyyhtinen, O., & Tamminen, S. (2011). We have never been only human: Foucault and Latour on the question of the anthropos. *Anthropological Theory*, 11(2), 135–152. <https://doi.org/10.1177/1463499611407398>
- Santaella, L., & Cardoso, T. (2015). *O desconcertante conceito*

- de mediação técnica em Bruno Latour. *Matrizes*, 9(1), 167. <https://doi.org/10.11606/issn.1982-8160.v9i1p167-185>
- Sinclair, N., & de Freitas, E. (2019). Body studies in mathematics education: diverse scales of mattering. *ZDM*, 51(2), 227–237. <https://doi.org/10.1007/s11858-019-01052-w>
- Soares Ribeiro, E., Sant’Ana, I. P., & Sant’Ana, C. de C. (2021). Desafios do ensino de matemática com tecnologias digitais nos anos iniciais. *Roteiro*, 46, e23740. <https://doi.org/10.18593/r.v46i.23740>
- Souza, M. F. de, & Rosa, M. (2021). Cyberformação, produtos cinematográficos e produção de aulas de matemática. *Educação Matemática em Revista*, 26(71), 72–95. <https://doi.org/10.37001/emr.v26i71.2876>
- Unsworth, R., & Tummons, J. (2021). Reassembling teachers’ professional practice: an ethnography of intertextual hierarchies in primary mathematics. *Ethnography and Education*, 16(1), 109–126. <https://doi.org/10.1080/17457823.2020.1788405>
- Valadão, J.A.D., Cordeiro Neto, J. R., & Andrade, J. A. (2017). Teoria do ator-rede: irredutibilidade, simetria e os estudos em administração/organizações. *Revista Organizações em Contexto*, 14(27),93. <https://doi.org/10.15603/1982-8756/roc.v14n27p93-130>.
- Venturini, T. (2010). Diving in magma: how to explore controversies with actor-network theory. *Public Understanding of Science*, 19(3),258-73. <https://doi.org/10.1177/0963662509102694>
- Venturini, T. (2012). Building on faults: How to represent controversies with digital methods. *Public Understanding of Science*, 21(7),796-812. <https://doi.org/10.1177/0963662510387558>
- Viveiros De Castro, E. (2018). Rosa e Clarice, a fera e o fora Rosa and Clarice, the beast and the outside. <https://laboratoriodesensibilidades.wordpress>
- White, T. (2019). Artifacts, Agency and Classroom Activity: Materialist Perspectives on Mathematics Education Technology. *Cognition and Instruction*, 37(2), 169–200. <https://doi.org/10.1080/07370008.2019.1578775>