


Formação-Continuada de Professores(as) que Ensinam Matemática: uma análise da Rede Sociotécnica Agenciada por humanos e não humanos

Continuing Professional Development for Mathematics Teachers: an analysis of the Sociotechnical Network Managed by humans and non-humans

Diego Góes Almeida *

 ORCID iD 0000-0002-8978-9890

Flávia Cristina de Macêdo Santana **

 ORCID iD 0000-0003-4685-3140

Resumo

Este artigo analisa como humanos e não humanos agenciam a rede sociotécnica em um contexto de formação-continuada de professores que ensinam Matemática com a utilização de tecnologias digitais na modalidade remota. Toma-se como referência a Teoria Ator-Rede (TAR) desenvolvida por Bruno Latour, entre outros pesquisadores que se apoiaram na teoria, com o intuito de apresentar um olhar voltado para as práticas cotidianas envolvendo natureza e sociedade. Dispõe-se de uma abordagem inspirada nos pressupostos teórico-metodológico da TAR, operacionalizada por meio da observação das associações constituídas entre humanos e não humanos em um curso de extensão promovido pelo Grupo Colaborativo Matemática e Educação (GCMEduc). Os encontros ocorreram remotamente e foram transmitidos e gravados com os recursos da plataforma *Google Meet*. Para a análise dos dados, considera-se a *rede* como uma ferramenta metodológica, utilizada para mapear as associações entre os *actantes*. Tomou-se como referência os princípios do agnosticismo, da simetria generalizada e da associação livre para descrever as práticas durante a construção do conceito matemático. Os resultados apontam que associações estabelecidas entre participantes e a representação de massas de modelar, entre participantes e representação de pedras de mesmo material, entre participantes e representação de caixas de papelão, bem como entre participantes e representação de recipiente com uma fração de água, agenciaram a construção do conceito de volume, tomando como aliados outros conceitos interligados, como a capacidade, a massa e a densidade. Essas associações entre humanos e não humanos contribuíram para que a rede sociotécnica fosse performada.

Palavras-chave: Formação-continuada. Rede Sociotécnica. Conceito Matemático. *Google Meet*

* Mestre em Educação Científica, Inclusão e Diversidade - Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB). Professor efetivo da Secretaria de Educação do Estado da Bahia (SEC-BA) e da Secretaria de Educação do Município de Conceição do Coité, Bahia, Brasil. Email: diegoanpdg@gmail.com

** Doutora em Ensino, Filosofia e História das Ciências (Ufba). Professora Titular da Universidade Estadual de Feira de Santana (Uefs), Feira de Santana, Bahia, Brasil. E-mail: fcmsantana@uefs.br

Abstract

This article analyzes how humans and non-humans manage the sociotechnical network in the context of continuing professional development for mathematics teachers through using digital technologies remotely. Our theoretical reference is the Actor-Network Theory (ANT), devised by Bruno Latour and other researchers in order to offer a look focused on daily practices related to nature and society. We chose a post-qualitative approach, which was operationalized through the observation of the associations between humans and non-humans in an extension course promoted by *Collaborative Group on Mathematics and Education (GCMEduc)*. The meetings happened remotely and were transmitted/recorded with resources made available by *Google Meet*. To analyze the data, we considered the *network* to be a methodological tool and used it to map the connections among *actants*. To describe the practice during the construction of the mathematical concept, we used as references the principles of agnosticism, generalized symmetry, and freedom of association. The results show that the associations established between participants and plasticine representations, between participants and the representation of stones of the same material, between participants and the representation of cardboard boxes, and between participants and the representation of a container with a fraction of water managed the construction of the concept of volume, harnessing other interconnected concepts such as capacity, mass, and density. Such associations between humans and non-humans contributed to the sociotechnical network to be performed.

Keywords: Continuing professional development. Sociotechnical network. Mathematical concept. Google Meet.

1 Introdução

Neste artigo, tomamos como objeto de estudo as relações performadas em um curso de formação continuada de professores que ensinam Matemática, promovido na modalidade remota.¹ Gatti *et al.* (2019) compreendem a formação continuada como um *continuum* da formação inicial que tenciona a formação reflexiva, colaborativa e investigativa num contexto contemporâneo. Por sua vez, Cruz, Menezes e Coelho (2021) entendem a formação continuada como uma das dimensões para o desenvolvimento do ensino e da aprendizagem, na perspectiva de que seja performada também em cenários de incertezas e mudanças. Porém, os autores defendem que é necessário avaliar algumas conexões para além da formação, por exemplo, a transformação do contexto social, político e cultural em que os agentes estão inseridos.

Em suas resoluções, o Conselho Nacional de Educação (CNE) redefine a formação continuada como uma compreensão de dimensões coletivas, organizacionais e profissionais, repensando e dando continuidade ao processo pedagógico de saberes e valores, de modo a constituir atividades de extensão — como grupos de estudos, reuniões pedagógicas, cursos e programas — com a finalidade de reflexão, bem como a busca de competências pedagógicas, éticas e políticas (Brasil, 2015, 2020). Além disso, busca acompanhar a inovação, a ciência e a tecnologia e associá-las ao conhecimento.

¹ Neste artigo, tomamos a modalidade remota como sinônimo de ensino remoto. Nessa modalidade, professores e estudantes se encontram por meio de plataformas digitais de videoconferência em dia e hora agendados de modo prévio, geralmente no mesmo horário em que ocorreriam as aulas presenciais. As tecnologias digitais são uma das alternativas, mas não a única, pois alguns estudantes podem optar por roteiros de estudos e atividades impressas na escola (Arruda, 2020; Tomazinho, 2020).

Nessa perspectiva, compreendemos a formação continuada como um movimento de preparação para funções de magistério, em suas etapas e modalidades, cuja busca é performar a produção e difusão de conhecimentos, levando em consideração as relações constituídas sem qualquer hierarquização e a agência dos objetos. Apesar disso, estar associado a um curso de formação não é garantia de que os conhecimentos pretendidos serão adquiridos para o contexto social, cultural, político ou educacional; muitas vezes, são necessárias formações futuras (Silva, 2020).

Na tentativa de ampliar a conexão de conhecimentos e de práticas bem como atender as necessidades oriundas dos diversos contextos na contemporaneidade, os cursos de formação continuada traçam certo tipo de metamorfose, ampliando-se, reinventando-se, transformando-se e inovando-se (SindProfNH, 2020). Nesse contexto, todas as áreas da Educação tentam performar uma ruptura diante das mudanças que têm surgido, e não é diferente com a Educação Matemática.

Nos últimos anos, tem-se discutido intensamente a formação continuada de professores que ensinam Matemática. Busca-se redefinir, dinamizar, inovar e personalizar o ensino nos diversos contextos. A cada dia, novas conexões se associam; há a necessidade de outras metodologias surgirem a fim de redefinir o coletivo da rede; e, muitas vezes, os cursos de graduação não oferecem, de forma adequada, o contato com tais recursos (Colling; Richit, 2019; Nacarato; Moreira, 2019; Rosero; Domínguez; González-Pérez, 2018). Não que os cursos de graduação estejam ultrapassados, mas é preciso que se entrelacem às mudanças que surgem na atualidade.

Nesse cenário de incertezas, busca-se, na formação continuada do professores que ensinam Matemática, novas associações e metamorfoses. São procurados laços de transformação que medeiam o conhecimento matemático nos mais diversificados contextos; é rastreado um ensino de qualidade que garanta ao estudante uma Matemática que extrapole os muros da escola e lhe apresente uma nova visão, mais contínua e mais dinâmica desta área do conhecimento (Silva, 2020).

Ao mencionarmos as transformações atuais, não podemos deixar de referenciar o contexto da pandemia da Covid-19, que, em março de 2020, fez com que as aulas presenciais fossem suspensas e substituídas pelo ensino remoto, de modo que as atividades passaram a ser mediadas pelo uso de tecnologias digitais e de suas interfaces. De acordo com Soares *et al.* (2015), as tecnologias digitais conceituam-se como um conjunto que integra uma gama de bases tecnológicas, as quais possibilitam — a partir de equipamentos, programas e mídias — a associação de diversos ambientes e indivíduos numa rede, de modo a facilitar a comunicação

entre seus integrantes e ampliar as ações e possibilidades já garantidas pelos meios tecnológicos. Para Gewehr (2016), as tecnologias digitais, além de performar uma convergência entre informática e telecomunicações agrupando ferramentas computacionais e digitais, processam qualquer informação de forma instantânea e mutável, sendo possível acessar bancos de dados. Não podemos deixar de ressaltar que as conexões das tecnologias digitais no ensino remoto são uma alternativa, porém não são a única opção, pois muitos estudantes que não tinham acesso a dispositivos tecnológicos se valeram de roteiros de estudos e atividades impressas pelas escolas a fim de promoverem uma continuidade da aprendizagem (Arruda, 2020).

Seguindo essas pistas, o debate sobre a modalidade remota passou a ser um dos objetos de discussão, pois mudanças nas formas de ensinar e aprender tiveram que ocorrer, de acordo com o parecer CNE/CP n.º 5/2020, o que permitiu que atividades remotas fossem computadas como carga horária. Houve alterações no calendário letivo, no planejamento, nas metodologias, nos recursos utilizados, na formação dos professores, na avaliação dos estudantes, promovendo tensões (Arruda, 2020; Moreira; Henriques; Barros, 2020). Todas essas modificações caracterizaram as tecnologias digitais como aliadas imprescindíveis, pois, sem elas, o papel educacional do professor se tornaria ainda mais complexo no contexto pandêmico, pelo menos essa é a narrativa que se apresenta com hegemonia na atual conjuntura (SindProfNH, 2020; Santos, 2020).

As tensões causadas pela pandemia revelaram ainda mais a importância da reinvenção, da adaptação e da formação continuada, pois grande parte dos professores foi afetada e apresentou dificuldades em manusear as tecnologias digitais e adaptar suas metodologias para aulas na modalidade remota (Arruda, 2020; Xiao; Yi, 2020). Por conta dessa descontinuidade, intensificou-se a promulgação de cursos de formação oferecidos em plataformas virtuais como o *YouTube*, com o objetivo de ensinar o manuseio de sistemas de videoconferência — por exemplo, o *Skype*, o *Google Meet* ou o *Zoom* — e plataformas de aprendizagem, como o *Moodle*, o *Microsoft Teams* ou o *Google Classroom* (Moreira; Henriques; Barros, 2020). Nesse contexto, as aulas puderam ser ministradas remotamente, e os cursos de formação continuada puderam ser traçados por meio desses recursos.

Diante desses hiatos (pequenas interrupções na rede), um cenário conflitante começou a surgir, os estudantes que participavam das aulas remotas não abriam suas câmeras e quase não interagem — nem com o professor, nem com os colegas —, fosse por meio do microfone ou do *chat*. Isso se tornou um cenário de tensão e desmotivação, atípico do contexto da sala de aula convencional (Oliveira, 2020; GT07 SBEM, 2020). Nesse cenário de mudanças e incertezas,

pesquisadores da área de Educação Matemática também passaram a refletir sobre os desafios, as alternativas e as perspectivas para o enfrentamento dos problemas gerados pela pandemia da Covid-19 (Programa de Matemática..., 2020; Oliveira; Ferreira; Jacinto, 2020; GT07 SBEM, 2020). Apesar de muitos esforços terem sido mobilizados a fim de acompanhar as transformações ocorridas no contexto educacional durante a pandemia, pouco se tem registros que apontem para a relação entre discurso e prática, sujeito e objeto na modalidade remota, agenciando a continuidade da construção do conhecimento (Santana, 2021; 2023).

A existência dessa lacuna nos levou a uma investigação mais sistemática a respeito dessa abordagem, buscando tencionar como se constitui a relação entre sujeitos e objetos durante a construção de um conceito matemático² em um curso de formação continuada na modalidade remota. Diante disso, este artigo tem como objetivo analisar as relações entre humanos e não humanos em um curso de formação continuada de professores que ensinam Matemática com a utilização de tecnologias digitais na modalidade remota.

Na próxima seção, apresentamos uma discussão sobre o agenciamento da rede sociotécnica na formação continuada de professores que ensinam Matemática à luz da Teoria Ator-Rede (TAR), desenvolvida por Bruno Latour e colaboradores. Em seguida, rerepresentaremos o objetivo de pesquisa em termos teóricos.

2 O agenciamento da rede sociotécnica na formação-continuada de professores que ensinam Matemática

Nesta seção, abordamos o conceito de agenciamento como uma noção que permeia a TAR, a fim de dicotomizar as relações entre sujeitos e materialidades, sem menosprezar o humano, mas com um olhar atento às relações estabelecidas com os objetos. O conceito de agenciamento destitui a ideia dominante de que os humanos estão no controle das ações, sendo superiores ao plano da natureza, das formações sociais, dos coletivos. Não há como negar as diferenças, mas, ao invés de tratar os *actantes* separadamente, é possível considerá-los conforme as suas relações (Latour, 2019). O estudo das associações se dedica a seguir os *actantes* — aqueles que agem e que, em ação, levam vários outros a agirem, sejam eles humanos ou não, ou seja, produzem movimento e diferença, que mediam, transformam, traduzem, distorcem ou modificam o significado daquilo que supostamente eles próprios transportam,

² Consideramos como conceito matemático a análise de estruturas, grandezas e vínculos entre os entes abstratos que permitem mapear padrões, constituir conjecturas e estabelecer definições, às quais é possível chegar por meio de deduções.

analisados com o mesmo grau de importância, sendo humanos ou não (Latour, 2012).

Buscando aproximar a teoria com nosso objeto de investigação, inspiramo-nos nos estudos de Camillis, Bussular e Antonello (2016) e a forma que encontramos para “[...] mostrar a agência dos não humanos [...]” foi evidenciar (por meio das descrições e análises de pesquisa) as relações com os humanos, o quanto essas relações constituem um ao outro e o modo como contribuem para a continuidade da rede sociotécnica. Para Latour (2012), a noção de rede sociotécnica delinea as associações dinâmicas entre os diversos *actantes*, as quais são definidas por suas ações. Seguindo o fluxo da rede, debruçamo-nos sobre as formas híbridas pelas quais humanos e não humanos agem, performando o que o autor considera como uma rede sociotécnica de conexões que agenciam continuidade.

Na TAR, a associação é vista como uma relação entre as ações promovidas por *actantes* distintos que se unem temporariamente quando agem. A rede sociotécnica é caracterizada por suas conexões, seus pontos de convergência e bifurcação; assim, promove transformações e continuidades (Latour, 2012). Nesse sentido, a noção de rede sociotécnica não constitui um arcabouço pelo qual os *actantes* circulam, mas a própria circulação deles e o modo de descrevê-los. Ela é um modo de delinear a circulação de entidades híbridas, associando-se quando agem (Salgado, 2018). Trazendo esse embasamento para nosso contexto de pesquisa, a continuidade da rede sociotécnica é afetada por *actantes* de naturezas diversas, que variam de ferramentas ou dispositivos tecnológicos a simples objetos ou representações de objetos que promovem uma ação ou se afetam mutuamente, gerando associações, incertezas, conflitos ou consolidações no contexto pandêmico.

Com o alastramento da pandemia da Covid-19 em todo o mundo, que impôs, do dia para a noite, o isolamento social de milhares de pessoas, as ações escolares presenciais foram transportadas para o digital. Isso exigiu competências digitais dos professores em associações de redes para atuar nesses espaços. Os docentes tiveram que passar por uma metamorfose, reinventando, adaptando e transformando as metodologias e os recursos que tinham disponíveis para dar conta de aulas remotas, mesmo vivendo muitas tensões nesse momento de incertezas (GT07 Sbem, 2020). Os processos formativos também tiveram que se adequar a esse cenário, as formações passaram a ser performadas por meio das tecnologias digitais. Nessas, os seres humanos não estavam totalmente no controle das práticas e das ações, mas sim apoiados nas superposições de que os objetos e coisas também participam e contribuem para a formação delas (Silva; Preto; Lima, 2020).

Com base nos estudos de Santana (2021; 2023), tomamos o termo *formação* para destacar a ação promovida pelos humanos e não humanos que se conectam, que promovem

movimento e transformação no fluxo da rede. Concomitantemente, adotamos *formação-continuada*, com o hífen, para destacar que a rede sociotécnica é contínua e precisa ser desemaranhada levando em consideração as associações de todos os *actantes* que a compõem.

Para Latour (2012), os *actantes* delineiam associações nas constituições das redes sociotécnicas, eles não são meros instrumentos, ferramentas ou aparatos a serviço do humano, mas condição de sua própria existência, visto que humanos se associam a elas para agir. Ademais, os não humanos podem atuar como porta-vozes. Para Melo (2006), isso equivale a assumir a postura de um tradutor, de um fabricante de fatos. Este estará na posição de quem fala no lugar de algo ou alguém que não pode o[...]u não sabe falar. Trata-se do que a TAR entende por delegação (Latour, 2019), isto é, a atribuição a uma entidade de agir por outra.

Tomando como referência as discussões que permeiam a temática - formação de professores associada as tecnologias digitais, os estudos da área de Educação Matemática tem caracterizado que formas de pensar e artefatos digitais, por exemplo, estão em completa dependência. De acordo com Stormowski (2015), na relação com o mundo, o homem utiliza diversas ferramentas externas, e são essas ferramentas que transformam o universo. Entretanto, entendemos que são as relações constituídas entre sujeito e objeto, não apenas ferramental, que transformam o universo. Bairral (2017), em seus estudos com dispositivos móveis no ensino de Matemática, aponta que essa tecnologia tem demandado muitas investigações, principalmente devido à interação nessas interfaces ter constituído um novo campo de produção do conhecimento. Esse movimento nos convida a desenvolvermos diferentes olhares. O que seria da Educação Matemática se não fosse a relação híbrida entre os humanos e não humanos?

Borba, Neves e Domingues (2018) discutem ações colaborativas com o uso de tecnologias no ensino de Matemática por meio da produção de vídeos. Estes acabam produzindo uma relação horizontal entre os entes, porém os autores não discutem o poder de agenciamento dos não humanos, deixando o protagonismo apenas na perspectiva do humano. Neste estudo, propomos uma ruptura e buscamos olhar simetricamente para o agenciamento de ambos. Na perspectiva latouriana, essas relações entre humanos e não humanos constituem um ao outro, agenciando e performando a rede sociotécnica. Com a incursão dos não humanos na análise do coletivo, eles deixam de ser apenas artefatos, cujos significados são atribuídos pelos homens e passam a ter agência, isto é, participam das ações e promovem transformações em situações do cotidiano (Latour, 2012).

De acordo com Lacerda e Branquinho (2012), os objetos técnicos e científicos podem ser reconhecidos como agentes na promoção da Educação, em especial da Educação Matemática, já que transportam ao coletivo diferentes tipos de mudança no cotidiano, em seu

comportamento e em suas demandas. Enfim, por que os objetos não humanos interagindo conosco, coparticipando conosco na fabricação da sociedade, fazendo parte da rede denominada sociotécnica, não podem ser considerados? O que dizer dos computadores? São objetos fabricados em laboratórios, porém, ao mesmo tempo, são considerados híbridos (quase-sujeitos), tendo a capacidade de alterar a sociedade de que passam a fazer parte. Para a TAR, todos agem e sofrem ações, são quase-sujeitos e quase-objetos simultaneamente ou sujeitos-objetos ou objetos-sujeitos.

Portanto, a capacidade de agir é uma prerrogativa não apenas do sujeito que conhece, mas também do objeto conhecido. Assim, a Educação Matemática pode se valer da relação *sujeito-objeto*, que funciona como um laboratório que possibilita a construção de conhecimento. Não é possível purificar os elos e alianças entre os sujeitos-objetos, colocando de um lado o essencialmente humano, subjetivo, e do outro o não humano, objetivo, pois eles são indissociáveis (Latour, 2019). “[...] Não há como negar essa inter-relação entre os *actantes*, pois as coisas podem autorizar, permitir, sugerir, influenciar, proibir e assim por diante, afetando as escolhas e possibilidades dos outros *actantes* [...]” (Camillis; Bussular; Antonello, 2016, p. 76). O objeto (quem sofre a ação) pode assumir a posição de sujeito e vice-versa (Latour, 2019).

Agora, temos condições de rerepresentar o objetivo em termos teóricos. Analisaremos como os humanos e não humanos agenciam a rede sociotécnica em um contexto de formação-continuada de professores que ensinam Matemática com a utilização de tecnologias digitais na modalidade remota.

Na próxima seção, apresentaremos o método. Na sequência, também descreveremos as práticas de laboratório agenciadas durante o curso de extensão.

3 Método

Para atender nosso objetivo, buscamos nos apoiar nos pressupostos do paradigma pós-humanista, que focaliza as redes de agenciamento constituídas entre atores humanos e não humanos numa relação *flat*, horizontal e não hierárquica, prezando reconhecer a capacidade de ação de humanos e de não humanos, ainda que sejam distintos ontologicamente, na composição de um sistema, seja ele qual for, para a realização de uma pesquisa empírica³ (Monteiro; Vignoli; Almeida, 2020).

³ A pesquisa empírica pode ser entendida como aquela em *que* é necessária a praticidade de algo, especialmente por meio de experimentos ou observação de determinado contexto para a coleta de dados em campo (Tumelero, 2019).

Esse fato se relaciona com a condição de que não apenas os humanos promovem ações e conexões em uma rede sociotécnica, mas também de que toda a matéria tem capacidades agenciais, podendo ser protagonista em determinada ação. Esse olhar nos possibilita rastrear as associações existentes entre os participantes humanos (professores) e não humanos (*Google Meet*, representações de massa de modelar, de pedras, de caixas, de recipientes com uma fração de água, etc...) que agem, integram e promovem continuidade na constituição da rede sociotécnica promovida no curso de formação-continuada em ambientes virtuais.

Levando em consideração o proposto por Nobre e Pedro (2010), usaremos a *rede* como uma ferramenta metodológica para mapear e analisar as associações entre os *actantes*. Para isso, buscaremos seguir alguns passos: (i) investigar os rastros deixados pelos *actantes* a fim de identificar mensagens que agenciam continuidade da rede sociotécnica na construção do conceito matemático; (ii) traduzir e registrar as mensagens buscando evidenciar como os *actantes* afetam o agenciamento da rede sociotécnica durante a construção do conceito matemático; e (iii) seguir o fluxo da rede sociotécnica na busca de possíveis estabilizações, que construirão o conceito proposto.

O papel do pesquisador nesta investigação é o de agir como um detetive, analisando o agenciamento dos *actantes* na performance da rede sociotécnica. Um *actante*, quando está envolvido em uma ação, deixa traços possíveis de serem seguidos na rede a partir de então. Devido a esses rastros visíveis para os pesquisadores, a TAR propõe os princípios da simetria, promovendo um movimento metodológico capaz de analisar a presença do mundo natural e material juntamente com o cultural (Camillis; Bussular; Antonello, 2016). Os precursores da TAR não pretendem estabelecer passos metodológicos fixos ou rígidos a serem seguidos, muito menos algum tipo de receita pronta, mas um roteiro, um guia, um conjunto de *insights* para o investigador, a fim de que ele esteja aberto a vivenciar as experiências de sua pesquisa (Latour, 2005).

A sugestão de Latour (2005, 2012) é “seguir os atores”, acompanhar bem de perto o desenrolar das relações, das ações e das práticas dos entes envolvidos. Diante disso, o pesquisador deve buscar identificar as inovações, as associações e as transformações estabelecidas, a fim de aprender com o coletivo e identificar como a rede sociotécnica é agenciada. Nesse contexto, os dados foram produzidos com base na observação das atividades desenvolvidas em um curso de formação-continuada. Essas ações foram realizadas por meio da gravação dos encontros na sala virtual da plataforma *Google Meet*, os quais denominamos de laboratório de investigação.

Para a análise dos dados, inspiramo-nos nos princípios do agnosticismo generalizado.

Este pressupõe que devemos ouvir as vozes de todos os *actantes* sem tomar partido e que precisamos tratar do mesmo modo suas perspectivas, visto que o papel do pesquisador não é resolver as controvérsias, mas segui-las e analisá-las no fluxo da rede sociotécnica. Nesse caminho, assumimos a simetria generalizada, que propõe usarmos os mesmos termos para todos os *actantes* presentes na rede sociotécnica, sejam eles humanos ou não, e pôr fim à associação livre, que preza pela não separação entre natureza e sociedade, entre humanos e não humanos. Assim, ponderamos que as associações são híbridas, pois tudo está conectado. Esses três princípios pressupõem que devemos ouvir as vozes dos elementos não humanos, estes que podem desenvolver papel de protagonistas numa investigação. Nesse viés, os atores humanos traduzirão essas vozes, e estas entrarão no agenciamento da rede.

Seguimos identificando, rastreando e descrevendo as associações deixadas pelos *actantes* no curso de formação-continuada em investigação matemática na modalidade remota. Vale ressaltar que, para a TAR, uma boa descrição é autoexplicativa (Latour, 2012).

4 Descrevendo o laboratório: performando a rede sociotécnica

Esta investigação associa-se a um curso de extensão que mobilizou professores que ensinam Matemática na Educação Básica de diferentes instituições de ensino, estudantes da graduação e da pós-graduação em Educação (PPGE) da Universidade Estadual de Feira de Santana (Uefs) e Educação Científica, Inclusão e Diversidade (PPGCID) da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (Ufrb), bem como o *Google Meet*, o *Google Classroom*, o computador, a *internet*, entre outros. Esse curso foi promovido pelo Grupo Colaborativo em Matemática e Educação (GCMEduc) e intitulou-se *Investigações Matemáticas em Ambientes Virtuais*.

O curso foi agenciado no segundo semestre de 2021 na modalidade remota, devido aos impactos causados pela pandemia da Covid-19, e contou com 30 participantes, que vivenciaram 6 encontros com temáticas diferentes. As atividades desenvolvidas foram realizadas de forma síncrona e assíncrona, totalizando 40 horas. As propostas síncronas foram realizadas por meio da plataforma de videoconferência *Google Meet*, na qual todos os encontros foram gravados utilizando os recursos da própria plataforma. Para ter acesso à reunião, bastava usar o navegador *Web* ou fazer o *download* do *app*. Os *links* para acesso às reuniões foram disponibilizados na plataforma *Google Classroom*, assim como as atividades programadas para serem assíncronas. Além disso, essa plataforma permitiu que as reuniões virtuais acontecessem com humanos e não humanos de diferentes lugares, que mensagens fossem trocadas pelo *chat*, que os

microfones e câmeras fossem acionados, que *links* de integração com *Google Forms*, *Google Docs*, *Google Drive* fossem disponibilizados, entre outras ações.

A seguir, descreveremos práticas laboratoriais de um dos encontros do programa de formação-continuada em Investigação Matemática em ambientes virtuais. O tema deste encontro teve como objetivo discutir o conceito de volume e outros conceitos interligados, como capacidade, massa e densidade.

Na descrição do laboratório, a ênfase foi dada às associações constituídas entre humanos e não humanos durante a construção do conceito, buscando mapear os agenciamentos que foram desencadeados no constituir da rede sociotécnica. Ressaltamos que usaremos o termo *participantes* para nos referir a todos os indivíduos presentes no encontro, e não identificamos o professor-formador para não haver qualquer tipo de hierarquização entre os entes envolvidos, como propõe Latour (2012).

4.1 Associação entre os participantes e a representação de três porções de massa de modelar na construção do conceito de volume

A associação entre os participantes e as representações das porções de massa de modelar se deram durante o compartilhamento na janela do *Google Meet* de uma imagem, que ilustrava a transformação de duas massas idênticas a uma terceira com formato cilíndrico, modificadas para os formatos de uma bola (esfera) e de uma pizza (disco), como vemos na Figura 1.

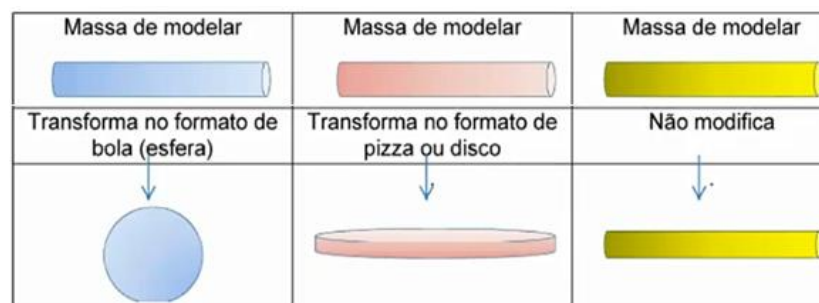


Figura 1 – Representação da transformação das massas de modelar
Fonte: dados da pesquisa do formador utilizado no laboratório (Wanderley, 2019)

Diante disso, os participantes foram questionados sobre qual representação do sólido teria o volume maior e qual teria o volume menor. Partindo dessa pergunta, uma rede de associações começou a ser mobilizada, alguns participantes acionavam o microfone para direcionar suas opiniões, outros clicavam no ícone da mão para indicar que queriam falar no microfone, outros preferiam digitar no *chat*, outros até pretendiam falar, mas não dispunham de microfone ou a *internet* não contribuía. Assim, dialogando, o fluxo da rede sociotécnica se

expandia e novas conexões apareciam, como podemos perceber no diálogo a seguir:

Participante (A): Eles continuam equivalentes, permanecem os mesmos volumes.

Participante (Q): Os outros concordam?

Participante (B): Acredito que o cilindro é o único que mantém o volume, pois não sofreu transformação.

Participante (C): Estou aqui processando essas informações, se a gente considerar o volume como sendo o espaço ocupado pelo corpo, por uma porção de matéria, já entrando para o lado da Química, podemos dizer que o volume que se mantém é o do cilindro que não foi modificado.

Participante (Q): E os outros dois? O que você pode dizer sobre eles? O cilindro continua com o mesmo volume. E os outros dois? O que aconteceu com o volume deles? Se alterou? Aumentou ou diminuiu? O que vocês podem dizer sobre isso?

Participante (D): O participante (A) digitou aqui no chat e já está mudando de ideia, está concordando com os participantes (B) e (C).

Participante (E): O professor conseguiu realmente bagunçar a cabeça da gente, que a gente vai e volta, toda hora penso que o volume maior é um, depois penso que é outro, realmente conseguiu me confundir.

(Gravação de aula no Google Meet, 2021).

Durante as provocações performadas ao longo do curso, dúvidas surgiam e um *burburinho* afetava o fluxo da rede sociotécnica, tanto pelas falas agenciadas por meio do microfone, quando muitos participantes se inscreveram para falar acionando a mão levantada, quanto pelas mensagens digitadas no *chat*. Foi um momento de incertezas, convergências, divergências, mudanças de opiniões, dúvidas, insegurança e diálogos. Os não humanos, por exemplo, as representações das massas de modelar, afetavam os humanos fazendo-os refletir sobre o conceito de volume e se afetavam mutuamente.

Em dado momento, surgiu a incerteza em relação à massa de modelar ter perdido partículas durante a transformação ou ter partículas de ar no interior dos sólidos. Nesse contexto, percebemos que, se o encontro fosse presencial e os participantes pudessem manipular a massa, em vez de apenas enxergarem-na na tela de um computador ou celular, talvez os humanos e não humanos não tivessem se afetado tanto. Assim, a rede sociotécnica foi se constituindo, e novos rumos e associações foram se formando, o que pode ser constatado no fragmento a seguir:

Participante (C): Essa primeira questão gira muito em torno das ideias de massa e de volume; e, no lugar de aluno, acredito que o entendimento deles seria que a porção de massa é a mesma. [...] Já no segundo questionamento, o aluno vai passar a comparar esses três sólidos, tentando identificar qual deles ocupa mais espaço, digamos assim, até para chegar na ideia de volume.

Participante (Q): Você tocou num ponto importante que foi a questão da massa, apesar do nome massa, sei que você quis trazer a ideia de material, já tendendo para o lado da Física. A quantidade de massa é a mesma? Existe uma relação entre massa e volume?

(Gravação de aula no Google Meet, 2021).

A partir desse momento, o fluxo da rede sociotécnica expandia-se; com isso, surgia um emaranhado de associações vinculadas a outras áreas do conhecimento, despertando novas incertezas, o que dava margem a novos agenciamentos. As divergências e incertezas promoviam

a continuidade, por exemplo, a relação entre massa e volume, seguiram-se outras provocações, que mobilizaram outros não humanos.

4.2 Associação entre os participantes e a representação de três pedras semelhantes na construção do conceito de volume

A associação entre os participantes e a representação de três pedras de mesmo material se deu continuamente pela projeção da imagem (Figura 2), na janela do *Google Meet*. Durante todo o curso, as representações na tela do computador agenciavam imagens dos usuários em tempo real, bem como fotos e letras iniciais dos respectivos nomes, performando uma relação híbrida.

As provocações seguiam-se a todo vapor. Dessa vez, o objetivo era saber como os participantes fariam para organizar três pedras do mesmo tipo de material em ordem crescente de volume.



Figura 2 – Representação de pedras do mesmo tipo de material
Fonte: dados da pesquisa do formador utilizados no laboratório (Wanderley, 2019)

A partir da análise da situação proposta, foram mobilizados discursos distintos na extensão da rede sociotécnica a fim de estabilizar a construção do conceito de volume e realizar as devidas comparações. Diante desses fatos, é possível perceber, no fragmento abaixo, como os não humanos (pedras neste caso), conseguem afetar os humanos, bem como mobilizar outros não humanos (balança, vasilha, água), caracterizando um agenciamento.

Participante (F): Eu pesaria as pedras.

Participante (Q): Vai pesar? E por que você vai pesar as pedras se a gente quer saber sobre o volume?

Participante (F): Agora que entendi que é volume; no primeiro instante, tinha pensado logo em pesar essas pedras, e ficaria mais fácil.

Participante (B): Eu colocaria em uma vasilha com água, e aquela que elevar o maior nível de água terá o maior volume.

Participante (Q): Essa estratégia é chamada de imersão, porque você vai imergir a pedra dentro da água. Mas deixa eu te perguntar uma coisa. E se essa pedra for porosa, que absorve água, como a gente faz?

Participante (B): Agora você me desestabilizou.

Participante (Q): Como a gente faz em uma situação dessas? Será que ela vai fazer uma mudança nesse nível da água?

(Gravação de aula no Google Meet, 2021).

Em meio à discussão no trecho acima, na busca de comparar o volume das pedras, os humanos, além de recorrerem aos não humanos para tentar estabilizar o fluxo da rede sociotécnica, envolvem-se em um contexto controverso e mutável, devido às associações promovidas pelo coletivo, mapeando ações em busca de dar continuidade às conexões da rede sociotécnica performada. Os não humanos passam a tensionar e a afetar a construção do conceito de volume, mobilizando associações em torno de outros elementos, como a massa.

Diante disso, há um tensionamento sobre novos pontos de conexão, a fim de mapear o surgimento de novos agregados, por exemplo, a densidade, e seguir o fluxo da rede sociotécnica até uma possível estabilização. Será que a massa da pedra tem alguma relação com o volume da pedra? Existe essa relação ou não? Voltamos à primeira provocação sobre a transformação das massas de modelar, que também têm materiais iguais, massa, peso e volume. Será que alterou o volume? Alterou a massa? Se colocasse em uma balança antes e depois, alteraria a massa? O que vocês acham?

Participante (C): A massa continuaria a mesma, nesse caso.

Participante (G): A massa não alteraria, continuaria a mesma.

Participante (H): A massa permanece a mesma.

Participante (Q): E por que a massa permanece a mesma?

Participante (H): Não sei explicar! Porque a massa é diferente de volume.

Participante (Q): Então, esquece o volume, me fale da massa por que elas permanecem iguais? Se a gente pega uma massa de modelar e aperta ela, estica ela, a gente está adicionando algum material a ela? Quando a gente está amassando, apertando, esticando, a gente está retirando algum material dela?

Participante (H): Não, então se considerarmos que o material é o mesmo, então a massa é a mesma.

Participante (Q): Isso, porque a massa é a quantidade de material.

(Gravação de aula no Google Meet, 2021).

Enveredando por essas associações, mobilizou-se novas tensões, novos *actantes*, por exemplo, a relação da razão entre a massa e o volume, chamada de densidade. Nesse caso, os materiais que conseguem uma maior massa em um volume menor são mais densos. Essas associações híbridas promoveram reflexões sobre as possíveis ramificações para a construção do conceito de volume. Isso porque, ao pensar no cálculo de volume, muitas vezes, ficamos limitados, sem vislumbrar outras ideias que podem estar associadas, agenciando outros não humanos para solucionar algo que não se consiga resolver de imediato, por não conhecer as

dimensões do material para calcular o volume dele, por exemplo.

Nesse processo, como não foi colocada nem retirada qualquer porção do material, houve a percepção, por parte dos participantes, de que a massa continuou a mesma e de que, como os objetos são do mesmo material, a densidade também é a mesma. Logo, concluiu-se que, se tem a mesma massa e a mesma densidade, o volume continua o mesmo, porque essa é a relação entre eles. Caso o volume fosse alterado, ou a densidade seria alterada, ou a massa do material seria modificada.

Nesse viés, a relação entre humanos e não humanos desencadeou associações que promoveram sua ampliação e transformação, bem como suas estabilizações. Chegou-se, assim, ao conceito matemático de volume: o volume é igual à massa do material dividida pela densidade ($V = m/D$).

4.3 Associação entre os participantes e a representação de caixas de papelão na construção do conceito de volume

A associação entre os participantes e a representação das caixas de papelão também se deu pela projeção da Figura 3 na janela do *Google Meet*. Nesse momento, poucos se encontravam com as câmeras abertas, o que dificultou a percepção de gestos, fisionomias e reações. Os microfones, por sua vez, eram ativados quando os participantes desejavam falar; porém, alguns preferiam digitar no *chat* suas opiniões, essa atitude fez com que um dos participantes atuasse como leitor das discussões do *chat*, pois, durante o compartilhamento da projeção do *slide* na janela do aplicativo, quem apresenta não consegue ter acesso às mensagens, a não ser que interrompa a projeção, o que atrapalharia o andamento do curso. Outros permaneciam completamente apáticos.



Figura 3 – Representação de caixas de papelão

Fonte: Dados da pesquisa do formador utilizados no laboratório (Wanderley, 2019)

Foi induzida a ampliação da rede sociotécnica ao questionar como os participantes fariam para saber qual das caixas teria o maior volume e qual delas teria o menor volume. Essa atitude afetou os participantes, fazendo com que eles expressassem suas ideias por meio da ativação do microfone ou do envio de mensagem, mobilizassem novas ações e acionassem outros não humanos, como podemos perceber a seguir:

Participante (I): Comparando as dimensões: comprimento, largura e altura.

Participante (B): A princípio, comparar as dimensões, mas pode gerar dúvidas. Então, as razões entre as dimensões correspondentes dariam uma melhor segurança.

Participante (Q): Mas você faria a razão de todas as medidas? Largura com largura, comprimento com comprimento, altura com altura?

Participante (B): Uma saída bem descontraída seria colocar uma dentro da outra.

Participante (Q): É uma possibilidade. Se couber uma dentro da outra, então, ela tem o volume maior ou menor?

Participante (B): A que coubesse todas as outras seria a de maior volume.

Participante (D): Nessa possibilidade, pode surgir algum empecilho caso alguma caixa tenha o formato muito diferente das demais.

Participante (Q): Exato, mas, se alguma couber, já elimina, ao invés de trabalhar com 5, pode reduzir para 4, 3 caixas, isso reduz o seu problema.

Participante (G): Uma possibilidade seria encher as caixas com bolinhas de papel, ou areia, a que couber uma maior quantidade, teria o maior volume.

Participante ©: É uma possibilidade, estabelecer uma unidade de medida para poder comparar as caixas.

Participante (Q): Só lembrando que vocês, pensando nas bolinhas, estariam calculando a parte de dentro, o volume interno.

Participante (G): A capacidade no caso, né?

Participante (Q): Isso.

(Gravação de aula no *Google Meet*, 2021).

Nesse trecho, houve associações entre humanos e não humanos numa busca pela complementação das ideias, visando a não gerar dúvidas ao comparar as dimensões. Também foram levantados os possíveis empecilhos que podem surgir na tentativa de colocar uma caixa dentro da outra ou a possibilidade de redução do problema. O agenciamento de possibilidades diferentes para saber qual caixa terá o maior ou menor volume promove uma continuidade de associações entre os humanos e não humanos na rede sociotécnica. Os humanos envolvem-se pelas ações dos não humanos (dimensões, bolinhas de papel, areia) para conjecturar possíveis conclusões. Além disso, os próprios não humanos se associam entre si, agenciando possibilidades, estabelecendo unidades de medidas para o cálculo de volume e de capacidade.

No contexto utilizado (modalidade remota), os humanos e não humanos se apresentam de forma limitada, pois as ações pensadas não puderam ser testadas, experimentadas, averiguadas ou manipuladas no momento. Os experimentos idealizados ficam apenas na abstração, o que pode ter interferido nas narrativas, na construção de conceitos e na troca de ideias, restringindo, assim, a extensão do fluxo da rede sociotécnica.

4.4 Associação entre os participantes e a representação de um recipiente com água na construção do conceito de volume

A associação entre os participantes e a representação de um recipiente com uma fração de água (caixa de vidro, Figura 4) na construção do conceito de volume ocorreram no último momento da formação-continuada e promoveram uma breve discussão por parte de alguns participantes acerca da temática abordada. Enquanto isso, parte deles permanecia com as câmeras e microfones desligados, porém interagia no *chat*.

Nesse momento, o não humano (*internet*) afetou o participante (G), pois este não compreendia muito bem as reflexões abordadas pelo participante (D), porque o áudio travava. Diante disso, perguntou se era possível enviar a fala por escrito, revelando uma tensão sofrida por não conseguir acompanhar um momento importante, bem como o poder de agenciamento do *chat* no momento da formação. A seguir, apresentamos a última imagem projetada no *Google Meet*, a qual agenciou narrativas e reflexões, performando a construção contínua do fluxo da rede sociotécnica.

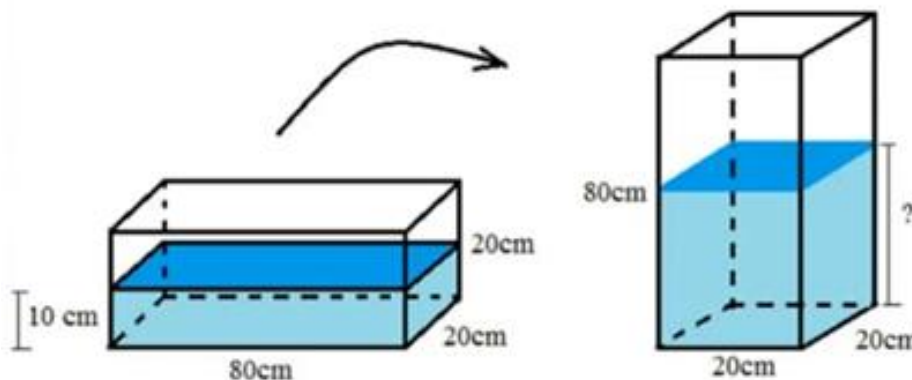


Figura 4 – Representação de um recipiente de vidro contendo uma fração de água
Fonte: Dados da pesquisa do formador utilizados no laboratório (Wanderley, 2019)

Diante dessa imagem da representação de uma caixa de vidro projetada na janela do *Google Meet*, cujas dimensões podem ser analisadas, os participantes foram indagados em relação à qual altura chegaria o nível da água após a caixa ser levantada, isto é, ser girada em um ângulo de 90°. Diante disso, podemos argumentar que a rede sociotécnica continuou sendo performada, agenciada pelas associações entre humanos e não humanos, como podemos acompanhar na narrativa a seguir.

Participante (J): Nesta questão, eu acho que você pode calcular o volume da água, não da caixa, mas da água [...]; em seguida, você iguala com as dimensões que têm, como falta uma dimensão que é a que você quer descobrir, resolve a equação e consegue encontrar essa altura.

Participante (Q): É uma possibilidade, é um caminho. Alguém tem outra ideia?

Participante (A): Eu acho que o caminho mais fácil seria observar os dois sólidos. Se a gente observar a caixa como ela está, vou supor na horizontal, a água está na metade, porque a aresta

vertical tem 20cm, ela está em 10cm. Então, teoricamente, quando você virar a caixa, a água vai permanecer na metade, se a aresta é 80 cm, então, a água estaria na altura de 40cm, acho que seria mais fácil de você observar assim.

Participante (Q): O que vocês acham da ideia dele? Ele falou teoricamente? Por que não poderia ser na prática mesmo?

Participante (A): Matematicamente então.

Participante (Q): O que vocês acham? É uma ideia válida?

(Gravação de aula no Google Meet, 2021).

De imediato, é possível perceber o protagonismo dos não humanos (da caixa, da água, das dimensões, da equação) na proposição e resolução da situação no atual contexto, por exemplo, caso não fosse uma substância líquida como a água dentro da caixa, possivelmente ela não tomaria o formato do recipiente que a contém, o que dificultaria o cálculo do volume. Outro exemplo seria se não conhecêssemos as dimensões da caixa, o que dificultaria montar e resolver a equação proposta. Nesse sentido, é possível perceber como os não humanos se afetam mutuamente e afetam os humanos, de modo a agenciar a construção do conceito de volume.

Diante das possibilidades sugeridas para a resolução do problema proposto e da tentativa de ampliação da rede sociotécnica, uma movimentação começou a aparecer no âmbito de concordância por outros participantes do grupo. No fluxo da rede sociotécnica, novas conexões surgiram, a ideia era estimular e experimentar em sala de aula, com estudantes da Educação Básica, a valorização do cálculo mental nesse tipo de problema, como revela o participante (D):

É importante a gente pensar também assim: será que é possível a gente olhar para esse problema e calcular mentalmente sem ir para a parte algébrica? Então, é esse movimento que a gente pode sugerir ao aluno [...], vamos olhar, interpretar para ver se a gente consegue de forma mental sem cálculo nenhum fazer essa constatação. É um movimento importante, porque o estudante precisa compreender também esses cálculos mentais, essas transformações que ocorrem na Geometria, no campo da Aritmética, enfim.

(Gravação de aula no Google Meet, 2021).

Perante a fala do participante, fica evidente que a questão da percepção visual, da busca por novas ideias de resolução além do cálculo propriamente dito, da utilização de conceitos, deve ser mais estimulada e valorizada por parte do professor de Matemática a fim de promover uma metamorfose no ensino. Muitas vezes, é possível concluir um raciocínio sem precisar a realização de cálculos. Neste caso, por exemplo, percebeu-se que o nível da água está na metade da caixa, logo tem a metade do volume da caixa. Ao virar a caixa, não houve vazamento de água; se não houve alteração na quantidade, continuamos com a metade do volume.

Outro ponto que podemos destacar são as possíveis generalizações que podem ser feitas nesse tipo de problema. A título de exemplificação, apresentamos a fala do participante (L):

L: fiquei pensando aqui o seguinte, que a gente só pegou metade, mas, por exemplo, antes de virar a caixa, se a gente pegasse $\frac{1}{3}$ da altura, será que, quando virasse a caixa, continuaria sendo $\frac{1}{3}$? Ou só funciona porque é a metade? Eu fiz esse questionamento, fiquei refletindo sobre

isso.
(Gravação de aula no *Google Meet*, 2021).

Nesse viés, a constituição da rede sociotécnica vai sendo ampliada, elevando-se o grau de abstração, pois tais variações podem dificultar a acuidade visual dos estudantes, podendo gerar dúvidas. Diante dessas possíveis dificuldades, subtede-se que os cálculos seriam retomados nesse momento.

Nessa prática, humanos e não humanos afetavam-se mutuamente, contribuindo para a ampliação do fluxo da rede sociotécnica e agenciando novas ramificações, de modo a promover a continuidade e a transformação dela. Podemos retomar a questão da seção 4.2: se a massa da água não se alterou, se a densidade da água não se alterou, então o volume também não se alterou, permanecendo o nível na metade do recipiente ou proporcional à altura inicial do nível da água, em caso de possíveis generalizações.

Ao final do curso, chegou-se ao conceito de volume após muitas discussões, tensões, incertezas, reflexões e análises. Mas quem concluiu? De que forma concluiu? Nessa relação, geralmente, negligenciamos alguns não humanos que fazem parte do processo: o computador; o *Google Meet*; as representações de massa de modelar, de pedras, de caixas de papelão, de recipiente com água; a *internet*, entre outros. Caso algum deles não funcionasse, por exemplo, a *internet*, nesse momento, ela seria lembrada. Entretanto, os não humanos não “brotam” nesse momento, eles já estavam presentes, agindo, transformando, trabalhando, porém nós não os consideramos em nossas ações. Esse fato demonstra a agência dos não humanos na construção da rede sociotécnica.

5 Discussão

Na seção anterior, apresentamos quatro práticas que ilustram associações existentes em uma diversidade de *actantes* que compõem a rede sociotécnica. Nosso intuito foi analisar como os humanos e não humanos agenciam a rede sociotécnica em um contexto de formação-continuada de professores que ensinam Matemática com a utilização de tecnologias digitais na modalidade remota. Para isso, observamos como os humanos e não humanos se afetam mutuamente e como a relação heterogênea pode contribuir para o agenciamento da rede. Inspirados em Latour (2005, 2012, 2019), ao descrevermos as práticas constituídas no curso, trazemos para o cenário principal o movimento entre *actantes*, que promovem associações frágeis, incertas, controversas e mutáveis por meio das tecnologias digitais, “fazendo-fazer” a investigação matemática na modalidade remota.

Ao seguirmos os rastros deixados pelos *actantes* na constituição da rede sociotécnica, passamos a participar da dinâmica de seus movimentos no que tange à formAção-continuada. Porém, o objetivo principal foi apresentar as redes que se constituíam a cada instante, relatando as alianças, os vínculos, as conexões, as mediações, os agenciamentos, sem interferir nas associações promulgadas. Como proposto por Latour (2012), preocupamo-nos apenas em descrever as associações construídas na rede, a fim de que possíveis estabilizações se formassem, bem como seguimos as ramificações que surgiam em sua ampliação.

A associação entre os participantes e a representação das três porções de massa de modelar moveram-se pelas mudanças de opiniões e inseguranças nas ações de humanos e não humanos que se afetam na construção do conceito de volume. Nesse sentido, podemos afirmar que a rede se constituía de forma efervescente, pois, para a TAR, a busca de descobrir novas instituições, procedimentos e conceitos, capazes de coletar, buscar associações e reagrupar o social surge em meio a uma série de tensões (Latour, 2012). Diante dessa série de incertezas, ficou perceptível a relação entre os *actantes* sem qualquer grau de protagonismo distinto, o que realça, mais uma vez, as relações híbridas, relações estas que podem ser compreendidas como *flat* horizontal, não hierárquica (Latour, 2012, 2019).

A associação entre os participantes e a representação das três pedras de mesmo material se deu pelo surgimento de cenários conflitantes, que movimentaram o fluxo da rede sociotécnica e promoveram argumentos em torno de outros conceitos. Nesse momento, tomamos como base os princípios propostos por Latour (2005) e reacendidos por Cavalcante *et al.* (2017), e agimos como um detetive, rastreando e investigando as ruelas enigmáticas, seguindo as pistas deixadas pelos *actantes* em cada momento. Assim, foi possível identificar que as tensões desencadeadas forçaram a promoção de novas associações e o agenciamento de outros *actantes* que ainda não tinham sido mobilizados. Neste momento, comportamo-nos como um *actante* que também faz parte da rede, tomamos mais liberdade para acessar os dispositivos presentes nela e mantivemos a máxima abertura possível diante das tensões estabelecidas.

Seguimos mapeando e descrevendo as associações estabelecidas entre os *actantes*. E os não humanos continuaram tensionando e afetando os humanos e a construção do conceito de volume, de modo a mobilizar outros conceitos, como massa, capacidade e densidade. Nesse momento, os humanos atuam como porta-vozes, isto é, assumem uma postura de tradutor, fabricam fatos, dão voz aos objetos que, por sua vez, agem, mas não sabem ou não podem falar (Melo, 2006).

Em linhas gerais, novas associações surgiam levando consigo a mobilização de novos

actantes, e a rede sociotécnica se desenvolvia gradativamente. Nessa perspectiva, continuávamos com o objetivo de acompanhar o desenrolar dos processos mais do que se envolver neles, intervir na realidade mais do que interpretá-la, montar dispositivos mais do que atribuir a eles qualquer natureza e dissolver o ponto de vista dos observadores, mais do que centralizar o conhecimento em uma perspectiva de identidade pessoal, como propõe Latour (2005).

Assim, as associações promovidas na relação *sujeito-objeto* agenciaram a performatividade, a transformação e a continuidade da rede sociotécnica. As tensões que surgiram nos momentos de incertezas mobilizaram outros *actantes* e geraram um debate, uma polêmica, convergências e divergências na construção do conceito de volume. Esse fato é compreendido por Latour (2005) como uma caixa-cinza, um momento de cunho científico ou tecnológico que está no auge, que produz movimento e que ainda não está totalmente consagrado. Com as associações estabelecidas entre humanos e não humanos, a mobilização de outros *actantes*, o surgimento de outras ramificações e a continuidade da rede sociotécnica, o cenário conflitante, incerto e tenso começou a se estabilizar, chegando a um conceito matemático de volume.

6 Algumas considerações

Diante das associações aqui descritas, buscamos analisar como os humanos e não humanos agenciam a rede sociotécnica em um contexto de formação-continuada de professores que ensinam Matemática com a utilização de tecnologias digitais na modalidade remota. Os resultados apontam que associações estabelecidas entre participantes e a representação de massas de modelar, entre participantes e a representação de pedras de mesmo material, entre participantes e a representação de caixas de papelão, bem como entre participantes e a representação de recipiente com água, agenciaram a construção do conceito de volume e tomaram como aliados outros conceitos interligados, como a capacidade, a massa e a densidade. Além disso, os resultados indicam que as associações rastreadas nesta investigação afetaram humanos e não humanos, contribuindo para a continuidade da rede sociotécnica, pois os *actantes* agem e, em ação, levam vários outros a agirem, contribuindo para a ampliação da rede. Esse movimento reúne aliados favoráveis e/ou contrários a determinados pontos de vista, de modo a acarretar tensões, convergências e divergências, e a colocar as controvérsias no auge da discussão.

Ao ampliarmos o fluxo da rede formativa na modalidade remota, performamos

momentos de reflexão, havendo a possibilidade de mobilização de novos aliados que podem legitimar a formação-continuada em Investigação Matemática. A rede sociotécnica não se encontra isolada, transborda no circuito laboratorial, isto é, não está centrada apenas no formador, nos participantes, no pesquisador, mas também em todos os entes que promovem articulações entre humanos e não humanos. Essas associações contribuem para o desenvolvimento de novos laboratórios de pesquisas na Educação Matemática.

Como implicação, ressaltamos a necessidade de mapear as associações entre humanos e não humanos no contexto atual de pandemia, bem como no período pós-pandêmico, buscando colocá-los no centro do debate. Consideramos que diferentes *actantes* agem, transformam, redefinem e configuram novas associações para a construção de novas redes na construção de conceitos matemáticos bem como na formação-continuada de professores que ensinam Matemática.

Agradecimentos

Apesar de não serem responsáveis pelas posições adotadas nesse artigo, agradecemos às contribuições do Prof. Ms. Wedeson Oliveira Costa e a todos os membros do Grupo Colaborativo em Matemática e Educação (GCMEduc) e do Núcleo de Estudos e Pesquisas em Educação Matemática do Nordeste (NEPEMNE/Uefs). Agradecemos, também, a prof^a Dr^a Juliana Moura (Uneb), ao Prof^o Ms. Ismael Santos Lira (Ufba), ao Prof. Ms Roger Artur Jähring Wanderley (Secretaria de Gestão e Recursos Humanos do Estado- ES) e especialmente, ao Prof. Dr. Tiago Barcelos Pereira Salgado (UFMG) pelas importantes contribuições a respeito da TAR.

Referências

ARRUDA, E. P. Educação remota emergencial: Elementos para políticas públicas na educação brasileira em tempos de covid-19. **Revista Em Rede**, Porto Alegre, v. 7, n. 1, p. 257-275, 2020.

BAIRRAL, M. A. As manipulações em tela compoem as dimensões corporificadas da cognição matemática. **JIEEM**, Londrina-PR, v. 10, n. 2, p. 99-106, 2017.

BORBA, M, C.; NEVES, L. X.; DOMINGUES, N. S. A atuação docente na quarta fase das Tecnologias Digitais: produção de vídeos como ação colaborativa nas aulas de matemática. **Revista EM TEIA**, Recife, v. 9, n. 2, p. 1-24, 2018.

BRASIL. Conselho Nacional de Educação. Resolução CNE/CP n. 02/2015. Define as Diretrizes Curriculares Nacionais para a formação inicial em nível superior (cursos de licenciatura, cursos de formação pedagógica para graduados e cursos de segunda licenciatura) e para a formação continuada. **Diário Oficial União**: seção 1, Brasília, DF, n. 124, p. 8-12, 2 jul. 2015.

BRASIL. Ministério da Educação e Cultura. Conselho Nacional de Educação. **Parecer no 05**, 28 de

abril de 2020. Reorganização do Calendário Escolar e da possibilidade de cômputo de atividades não presenciais para fins de cumprimento da carga horária mínima anual, em razão da Pandemia da COVID-19. Brasília: CNE/MEC, 2020.

CAMILLIS, P. K.; BUSSULAR, C. Z.; ANTONELLO, C. S. A agência a partir da Teoria Ator-Rede: reflexões e contribuições para as pesquisas em administração. **O&S**, Salvador, v. 23, n. 76, p. 73-91, 2016.

CAVALCANTE, R. B.; ESTEVES, C. J. S.; PIRES, M. C. A.; VASCONCELOS D. D.; FREITAS, M. M.; MCEDO, A. S. A teoria Ator-Rede como referencial teórico-metodológico em pesquisas em saúde e enfermagem. **Texto Contexto Enferm.**, Florianópolis, v. 26, n. 4, p. 1-9, 2017.

COLLING, J.; RICHIT, A. Conhecimentos pedagógico, tecnológico e do conteúdo na formação inicial do professor de matemática. **Revista Educ. Matem. Pesq.**, São Paulo, v. 21, n. 2, p. 394-421, 2019.

SINDICATO DOS PROFESSORES MUNICIPAIS DE NOVA HAMBURGO – SINDPROFNH. Conversa com António Nóvoa - A Educação em tempos de pandemia (Covid-19 / Coronavírus). **Youtube**, 6 de abril de 2020. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=FNF7i_Dpflo. Acesso em: 2 mar. 2024.

CRUZ, L. M.; MENEZES, C. C. L. C.; COELHO, L. A. Formação continuada de professores/as da educação infantil num contexto pandêmico: reflexões freirianas. **Práxis Educacional**, Vitória da Conquista, v. 17, n. 47, p. 158-179, 2021.

GATTI, B. A.; BARRETTO, E. S. S.; ANDRÉ, M. E. D. A.; ALMEIDA, P. C. A. (orgs.). **Professores do Brasil: novos cenários de formação**. Brasília: Unesco, 2019.

GEWEHR, D. **Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDICs) na escola e em ambientes não escolares**. 2016. 136 f. Dissertação (Mestrado em Ensino) – Universidade do Vale do Taquari, Lajedo, 2016.

LACERDA, F. K. D.; BRANQUINHO, F. T. B. A relação sujeito-objeto na educação a distância. **Mediação**, Goiânia, v. 7, n. 7, p. 1-14, 2012.

LATOUR, B. **Jamais fomos modernos: ensaio de antropologia simétrica**. Tradução de Carlos Irineu da Costa. Revisão técnica de Stelio Marras. 4. ed. São Paulo : Editora 34, 2019.

LATOUR, B. **La cartographie des controverses**. Paris: Academie de Strasbourg, 2005. Disponível em: https://www.ac-strasbourg.fr/fileadmin/pedagogie/documentation/Pedagogie/Sciences_humaines/Cartographie_Conroverses/Cartographie_des__controverses__Experimentation_ECJS.pdf. Acesso em: 12 mar. 2022.

LATOUR, B. **Reagregando o social**. Salvador: EDUFBA, 2012.

MELO, M. F. A. Q. **Voando com a Pipa: esboço para uma psicologia social do brinquedo à luz das idéias de Bruno Latour**. 2006. 410 f. Tese (Doutorado em Psicologia) – Universidade do Estado do Rio de Janeiro, São João Del Rei, 2006.

MONTEIRO, S. D.; VIGNOLI, R. G.; ALMEIDA, C. C. O pós-humano como paradigma emergente na ciência da informação. **Inf. & Soc. Est**, João Pessoa, v. 30, n. 4, p. 1-28, 2020.

MOREIRA, J. A. M.; HENRIQUES, S; BARROS, D. Transitando de um ensino remoto emergencial para uma educação digital em rede, em tempos de pandemia. **Revista Dialogia**, São Paulo, [s.v.], n. 34, p. 351-364, jan./abr. 2020.

NACARATO, A. M.; MOREIRA, K. G. A colaboração entre professoras como prática de formação para ensinar matemática nos anos iniciais. **Educação em Ciências e Matemática.**, Cuiabá, v. 28, n. 69, p. 767-791, set./dez. 2019.

NOBRE, J. C. A.; PEDRO, R. M. L. R. Reflexões sobre possibilidades metodológicas da Teoria Ator-Rede. **Cadernos UniFOA**, Rio de Janeiro, v. 14, n. 1, p. 47-56, dez. 2010.

OLIVEIRA, E. Percentual de alunos desmotivados em estudar na pandemia chega a 54% em setembro, diz pesquisa. **G1**, Minas Gerais, 9 nov. 2020. Disponível em: <https://g1.globo.com/educacao/noticia/2020/11/09/percentual-de-alunos-desmotivados-em-estudar-na-pandemia-chega-a-54percent-em-setembro-diz-pesquisa.ghtml>. Acesso em: 18 ago. 2022.

OLIVEIRA, H.; FERREIRA, R. T.; JACINTO, H. Da globalização ao confinamento: como fica a educação (matemática)? **Revista Quadrante**, Lisboa, v. 29, n. 1, p. 1-7, 2020.

GT07 – SBEM. Roda de Conversa: Os Professores que ensinam matemática em tempos de pandemia e distanciamento social. Youtube, 24 de julho de 2020. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=TQ0lwdlYRQ0&t=355s>. Acesso em: 25 jan. 2022.

PROGRAMA DE MATEMATICA CARLOMAN CARLOS BORGES. A Educação Matemática em tempos de pandemia. **Youtube**, 8 de julho de 2020. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=gCsPjQVvt2g&list=PLV0QkI3GYvaQJqTCA8NmoCwgxEI3RBJpR&index=4>. Acesso em: 2 mar. 2024.

ROSETO, J. E. R.; DOMÍNGUEZ, F. I. R.; GONZÁLEZ-PÉREZ, A. Modelo de integración de la competencia digital del docente universitario para su desarrollo profesional en la enseñanza de la matemática –Universidad Tecnológica Equinoccial de Ecuador. **EDMETIC.**, Córdoba, v. 7, n. 1, p. 196-224, 2018.

SALGADO, T. B. P. **Fundamentos Pragmáticos da teoria Ator-Rede para análise de ações comunicacionais em redes sociais online**. 2018. 287 f. Tese (Doutorado área de Comunicação) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2018.

SANTANA, F. C. M. Formação-continuada em modelagem matemática na modalidade remota: associações entre humanos e não humanos. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 8., 2021, Uberlândia. **Anais...** Uberlândia: UFU, 2021. p. 1496-1510. Meio digital. Disponível em: <https://www.even3.com.br/anais/viiiisipemvs2021/381391-formacao-continuada-em-modelagem-matematica-na-modalidade-remota--associacoes-entre-humanos-e-nao-humanos/>. Acesso em: 18 fev. 2023

SANTANA, F. C. de M.. Formação-continuada em Modelagem Matemática na modalidade remota: a rede e o fenômeno da hibridização. **Revista Eletrônica de Educação**, [S. l.], v. 17, p. e6251097, 2023. DOI: 10.14244/198271996251. Disponível em: <https://www.reveduc.ufscar.br/index.php/reveduc/article/view/6251>. Acesso em: 16 fev. 2024.

SANTOS, E. **Notícias: EAD, palavra proibida. Educação online, pouca gente sabe o que é. Ensino remoto, o que temos para hoje. Mas qual é mesmo a diferença? #livesdejunho...** ReDoc, Rio de Janeiro, 2020. Disponível em: <https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/re-doc/announcement/view/1119?>. Acesso em: 03 de agosto de 2022.

SILVA, A. C. J. Educação continuada do professor de matemática. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**, São Paulo, v. 4, n. 1, p. 62-72, 2020.

SILVA, P.; PRETTO, N. de L.; LIMA, D. M. Relações sociotécnicas do movimento escola sem partido a partir de uma análise pós-qualitativa. **Interfaces Científicas**, Aracajú, v. 10, n. 2, p. 80-94, 2020.

SOARES, S. J.; BUENO, F. F. L.; CALEGARI, L. M.; LACERDA, M. M.; DIAS, R. F. N. C. O uso das tecnologias digitais de informação e comunicação no processo de ensino-aprendizagem. *In: CONGRESSO INTERNACIONAL ABED DE EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA*, 15., 2015, Montes Claros. **Anais...** São Paulo: Abed, 2015, p. 1-10. Disponível em: http://www.abed.org.br/congresso2015/anais/pdf/BD_145.pdf. Acesso em: 20 de ago. 2020.

STORMOWSKI, V. **Formação de professores de matemática para o uso de tecnologia: uma experiência com o GeoGebra na modalidade EAD**. 2015, 226f. Tese (Doutorado em Informática na Educação) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2015.

TOMAZINHO, Paulo. **Ensino Remoto Emergencial: a oportunidade da escola criar, experimentar, inovar e se reinventar**. Rio Grande do Sul- RS: Portal Medium, 2020. Disponível em: <https://medium.com/@paulotomazinho/ensino-remoto-emergencial-a-oportunidade-da-escola-criar-experimentar-inovar-e-se-reinventar-6667ba55dacc>. Acesso em: 10 set. 2020.

XIAO, C; Yi, L. Analysis on the Influence of Epidemic on Education in China. *In: DAS, V.; KHAN, N. (eds.). Covid-19 and Student Focused Concerns: Threats and Possibilities*. Malden: American Ethnologist, 2020. Disponível em: <https://americanethnologist.org/features/collections/covid-19-and-student-focused-concerns-threats-and-possibilities>. Acesso em: 10 set. 2020.

WANDERLEY, R. A. J. Algumas contribuições do Lesson Study para a formação do professor de Matemática em aulas que promovam a construção do conceito de volume. 2019. 118f. **Dissertação** (Mestrado Profissional em Educação em Ciências e Matemática) -Instituto Federal do Espírito Santo, Vitória, 2019.

Submetido em 22 de Dezembro de 2022.
Aprovado em 04 de Setembro de 2023.