

MODELAGEM MATEMÁTICA EM UMA CASA DE FARINHA À LUZ DA TEORIA ATOR-REDE*MATHEMATICAL MODELING IN A FLOUR HOUSE IN THE LIGHT OF ACTOR-NETWORK THEORY**MODELADO MATEMÁTICO EN UNA CASA HARINERA A LA LUZ DE LA TEORÍA ACTOR-RED*

LUIZ ANTONIO RIBEIRO NETO DE OLIVEIRA¹
ELIZABETH GOMES SOUZA²

RESUMO

Este artigo tem o objetivo de apresentar a realização de atividades de modelagem matemática a partir de práticas matemáticas e orientadas metodologicamente pela Teoria Ator-Rede. Os objetivos específicos são a adequação de princípios da Teoria Ator-Rede aos princípios da Modelagem Matemática para delinear a referida configuração, e descrever práticas matemáticas a partir da prática de produção de farinha em uma casa de farinha à luz da Teoria Ator-Rede como ensaio para a referida perspectiva. Para a adequação da Modelagem Matemática à Teoria Ator-Rede; realizamos uma pesquisa bibliográfica, envolvendo alguns dos autores mais significativos da Modelagem Matemática e da Teoria Ator-Rede. O processo para se chegar ao modelo matemático a partir de práticas matemáticas pode ser orientado pelas seguintes etapas: *prática performada, descrição sociomaterial, elaboração de problema, figuração matemática, configuração de modelo e móvel imutável.*

Palavras-chave: Modelagem Matemática. Teoria Ator-Rede. Prática Matemática. Casa de Farinha.

ABSTRACT

This article aims to present the carrying out of mathematical modeling activities based on mathematical practices and methodologically guided by the Actor-Network Theory. The specific objectives are to adapt the principles of the Actor-Network Theory to the principles of Mathematical Modeling to outline the aforementioned configuration, and to describe mathematical practices based on the practice of flour production in a flour house in the light of the Actor-Network Theory as a test for that perspective. For the adequacy of Mathematical Modeling to the Actor-Network Theory; we carried out a bibliographic research, involving some of the most significant authors of Mathematical Modeling and Actor-Network Theory. The process of arriving at the mathematical model from mathematical practices can be guided by the following steps: performed practice, sociomaterial description, problem elaboration, mathematical figuration, model configuration and immutable movable.

Keywords: *Mathematical Modeling. Actor-Network Theory. Mathematics Practice. Flour House.*

RESUMEN

Este artículo tiene como objetivo presentar la realización de actividades de modelación matemática basadas en prácticas matemáticas y guiadas metodológicamente por la Teoría Actor-Red. Los objetivos específicos fueron adaptar los principios de la Teoría Actor-Red a los principios del Modelado Matemático para delinear la configuración antes mencionada, y describir las prácticas matemáticas a partir de la práctica de la producción de harina en una casa de harina a la luz de la Teoría del Actor-Red como ensayo de esa perspectiva. Por la adecuación del modelado matemático

¹ Doutor - UFPA. Professor - UFPA. Breves, Pará, Brasil. ORCID iD: 0000-0002-2345-6938. E-mail: luizneto@ufpa.br. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2345-6938>

² Doutora - UFPA. Professora - UFPA. Belém, Pará, Brasil. ORCID iD: 0000-0001-7119-0348 E-mail: elizabethmathematics@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7119-0348>

a la teoría actor-red; realizamos una investigación bibliográfica, en la que participaron algunos de los autores más significativos de Modelado Matemático y Teoría Actor-Red. El proceso para llegar al modelo matemático a partir de prácticas matemáticas puede ser guiado por los siguientes pasos: práctica realizada, descripción socio-material, elaboración de problemas, figuración matemática, configuración del modelo y mobiliario inmutable.

Palabras-clave: Modelización matemática. Teoría actor-red. Práctica matemática. casa de Harina.

INTRODUÇÃO

Na Educação Matemática, há um suporte teórico que não predomina o ensino clássico de Matemática. Essa tendência que tem um potencial de favorecer a superação das práticas pedagógicas clássicas em Educação Matemática é a Modelagem Matemática. (CANEDO JR; KISTEMANN JR, 2017). Um processo de modelagem matemática inicia com a escolha de um tema relacionado ao cotidiano dos alunos e segue com a estruturação de um problema não matemático. Consequentemente, converte-se o problema anterior em um problema matemático a ser resolvido. Nesse processo, há a formação de símbolos matemáticos e o modelo matemático é construído na síntese desses símbolos (ALMEIDA; VERTUAN, 2014).

Skovsmose (2007) afirma que por meio da Matemática podemos representar algo ainda não compreendido, um discurso que pode produzir nosso mundo e, também, usar um modelo para legitimar as decisões já tomadas. Mas, para isso, é estabelecido um espaço de situações hipotéticas, pois a realidade cotidiana é complexa. Assim, um ensino clássico de Matemática em que não ocorra investigação matemática pode assumir a função de excludente politicosocial, enquanto deveria desempenhar um papel ativo no desenvolvimento da sociedade, pois Matemática e poder interagem (SKOVSMOSE, 2007).

A Matemática não foi concebida como uma linguagem universal porque seus princípios, conceitos e fundamentos foram desenvolvidos de maneiras diferenciadas pelos membros de grupos culturais distintos. Logo, a realidade matemática só pode ser conhecida por intermédio do desenvolvimento das práticas que a sustentam. Pois, os fenômenos matemáticos estão enraizados na cultura de cada grupo cultural (SILVA, 2017).

Dessa forma, muitos pesquisadores e professores estão focados no fato que trazer a realidade dos alunos para as aulas de Matemática permite a assimilação dos conteúdos matemáticos que lhe são relevantes como ferramentas a serem utilizadas em sua prática social e no atendimento de seus interesses e necessidades. Mas há, também, alguns pesquisadores e docentes que tem como foco central as diferenças culturais entre a linguagem da Matemática escolar e da vivência dos alunos, e evidenciam as relações de poder que são instituídas sobre os saberes culturais que são excluídos do contexto escolar (KNIJNIK; DUARTE, 2010).

Para Knijnik e Duarte (2010), é improvável a possibilidade dos significados de linguagens praticadas em comunidades não escolares serem transferidos para a linguagem da matemática escolar. Não há permanência de sentido, e sim sua transformação pela outra comunidade. Assim, a operação de transferência de significado torna-se algo bem mais complexo. Pois, a linguagem pode fazer emergir em um campo de forças realidades que legitimam certas práticas e não outras. Dessa forma, direcionamo-nos para investigações de práticas matemáticas com foco nas significações construídas no interior da própria comunidade pesquisada.

Nesse contexto, temos matemáticas envolvidas na realização de práticas socioculturais que têm a valorização de suas problematizações realizadas em diferentes grupos de pessoas que têm

atividades comuns. Essas práticas matemáticas se apresentam na forma de ações normativas que orientam inequivocadamente os processos de tomadas de decisão durante a realização das referidas práticas, as quais são co-encenadas por corpos humanos e outros seres naturais (MIGUEL, 2010; SOUZA, 2019). Essas ações têm suas regras profundamente enraizadas em determinada cultura (MIGUEL; VILELA; MOURA, 2010).

Compreendemos que as práticas matemáticas são constituídas por uma complexidade que necessita ser abordada cuidadosamente para uma melhor compreensão de mundo e que a utilização dessas práticas em um processo de modelagem matemática não devem ter como natural a questão da simplificação da realidade. Nesse contexto, vislumbramos uma possibilidade de abordar e entender a modelagem a partir dessa perspectiva de Matemática, desde sua concepção até seus desdobramentos em etapas para se atingir à compreensão matemática da temática estudada. Portanto, para contribuir metodologicamente na compreensão do fenômeno investigado, apropriamo-nos da Teoria Ator-Rede.

A Teoria Ator-Rede começa a se configurar quando o antropólogo francês Bruno Latour traz para seus estudos sociológicos o princípio da simetria generalizada que se caracteriza pela análise da realidade por meio da descrição de associações de pessoas, materiais, textos e todos os demais agentes não-humanos envolvidos em relações que delineiam coletivos híbridos, únicos e específicos, mesmo sendo, às vezes, de forma provisória (LATOUR, 1994).

Nessa teoria, rede pode ser entendida como um processo que reconhece as conexões existentes entre diferentes actantes. Os actantes envolvidos, seres humanos e não-humanos, são considerados agentes potenciais de transformação, uns sobre os outros. Dessa forma, ator-rede é um coletivo articulado de actantes, que são os actantes no desempenho de ações que não podem ser atribuídas ao programa de ação de um único agente (SCHLIECK; BORGES, 2018).

Essa teoria busca ver a mediação entre actantes, os quais fazem de todo fato algo incerto, e que envolve continuamente diferentes atuações, interpretações, pontos de vista e transformações. A atuação dos mediadores faz que a realidade tenha sua unidade sempre pendente, pois a qualquer momento essa estabilidade pode ser retomada e colocada à prova (VALADÃO; CORDEIRO NETO; ANDRADE, 2018). Latour e Woolgar (1997) afirmam que um fato é um enunciado que foi construído por intermédio de operações sobre outros enunciados.

Cada um desses enunciados é construído a partir de um contexto social e histórico, constituindo-se em uma inscrição literária. Esse tipo de inscrição é um texto que tem a função de persuadir os leitores, e é construído a partir de informações obtidas por processos organizados sobre um conjunto de materiais. Assim, as atividades executadas são caracterizadas por uma luta constante para criar e fazer aceitar certos tipos particulares de enunciados (LATOUR; WOOLGAR, 1997). Nesse contexto, o real é o que resiste às negociações e permite ser identificado e localizado em uma rede de atores (VALADÃO; CORDEIRO NETO; ANDRADE, 2018).

As inscrições literárias são viabilizadas pelos móveis imutáveis que são inscrições chamadas a articular as observações de pesquisa em proposições de tese, preservando a consistência das prescrições mapeadas (LATOUR, 2001). Latour caracterizou os moveis imutáveis como qualquer conjunto de coisas que funcionam como actantes construídos em outras redes e deslocados a determinado laboratório para se combinarem com outros actantes do mesmo tipo.

Assim, o pesquisador deve construir uma situação para que o não-humano diga algo, servindo como seu porta voz (processo de delegação). Em seguida, o não-humano apreende, modifica, e altera o pensamento humano que, por sua vez, pelo trabalho dos pesquisadores, altera suas trajetórias, seus destinos, suas histórias (processo de tradução) (LATOUR, 2004a). Dessa maneira, a

Teoria Ator-Rede se estabelece sobre dois pontos fundamentais: a crítica às concepções estáveis de sociedade e o reconhecimento do potencial de agência de elementos não-humanos, que influenciam diretamente na construção do social.

A descrição, na Teoria Ator-Rede, consiste na tarefa de desdobrar os actantes (agentes humanos e não-humanos) como redes de mediações, tornando esses rastros em textos. Dessa forma, para Latour (2004b), têm-se um empreendimento crítico, uma tentativa de reunir. O crítico não é quem tira os tapetes debaixo dos pés de crentes ingênuos, mas aquele que oferece aos participantes arenas nas quais se reunir. Esse processo preocupa-se com o tipo de ação que circula entre os actantes enquanto eles agem e não se apropria de qualquer teoria a priori como árbitro. Dessa forma, humanos e não-humanos constroem um único coletivo no qual atuam quando seus recursos são distribuídos.

Para contemplar nosso objetivo de apresentar a realização de atividades de modelagem matemática a partir de práticas matemáticas e orientados metodologicamente pela Teoria Ator-Rede, elaboramos os seguintes objetivos específicos: a adequação de princípios da Teoria Ator-Rede aos princípios da Modelagem Matemática, e a descrição de uma prática matemática a partir da prática de produção de farinha em uma casa de farinha no município de Breves, arquipélago do Marajó, no estado do Pará, à luz da Teoria Ator-Rede como ensaio para a referida perspectiva de modelagem. Em seguida, elaboramos a seguinte questão de pesquisa: como se constituem as atividades de modelagem matemática a partir de práticas matemáticas e orientadas pela fundamentação teórica da Teoria Ator-Rede?

MODELAGEM MATEMÁTICA NA PERSPECTIVA DA TEORIA ATOR-REDE

Tradicionalmente, as perspectivas para processos de modelagem matemática estão comprometidas com os conteúdos matemáticos curriculares. Essas perspectivas, ou objetivam a mobilização dos conteúdos matemáticos curriculares por parte dos aprendizes, ou objetivam a mobilização do senso crítico e reflexivo desses estudantes. Mas ainda nesse último caso, a atividade gira em torno dos conteúdos matemáticos acadêmicos. Entretanto, compreendemos que um processo de modelagem matemática é caracterizado pela busca da compreensão de fenômenos sociais locais por parte dos estudantes com utilização de conhecimentos matemáticos locais a serem aprendidos. Nesse processo não deve ser valorizado apenas conhecimento matemático, mas também todo o processo ocorrido na construção da solução do problema proposto.

Portanto, assumimos essa postura para o ensino de Matemática. E, para que os processos de modelagem matemática pudessem ocorrer sob essa visão, havia a necessidade de princípios teóricos e metodológicos adequados a ela. Assim, tomamos como fundamento a Teoria Ator-Rede para a busca desses princípios. Nesse contexto, a Modelagem Matemática possibilita a investigação de uma atividade humana com foco em suas práticas sociais e materiais híbridas para a configuração de modelos matemáticos como resposta a uma situação-problema.

Classicamente, um processo de modelagem matemática começa com a escolha de temas da realidade que direcionem os alunos a situações concretas para compreensão de um determinado fenômeno (BASSANEZI, 2015; BIEMBENGÜT, 2016). Os temas podem ser escolhidos pelo professor ou pelos aprendizes que devem ser distribuídos em grupos (BASSANEZI, 2015). Trata-se de uma estratégia para iniciar a autoria do tema da realidade. Na perspectiva Ator-Rede, começa-se especificamente com uma prática a ser pesquisada. Essa realidade é uma prática sociocultural na qual os aprendizes estão inseridos. Isso traz consigo uma situação cotidiana carregada de actantes.

A dinâmica da autoria da escolha permanece. A essa etapa da modelagem, denominamos *prática performada*.

Nas perspectivas clássicas, após a escolha de temas abrangentes, os grupos de alunos devem elaborar problemas ou reconhecerem situações-problemas para em seguida irem à coleta de dados (BASSANEZI, 2015; BIEMBENGUT, 2016). Essa fase leva a formulação de simplificações, além de criar uma estratégia para resolver o problema (ALMEIDA; VERTUAN, 2014). Na perspectiva Ator-Rede, temos uma descrição social e material das mediações entre humanos e não-humanos, que permite um olhar mais crítico para a situação. Em seguida, temos a elaboração de um problema que é potencializada pela densidade de relações. A essas etapas da modelagem, denominamos *descrição sociomaterial e elaboração de problema*, respectivamente.

Nas perspectivas clássicas, têm-se a matematização, na qual o problema da realidade é transformado em um problema matemático relacionado à determinada área do conhecimento (BASSANEZI, 2015). Isso é executado pela discussão acerca de que modelo matemático escolar será utilizado (BIEMBENGUT, 2016). Na perspectiva Ator-Rede, essa etapa é o momento em que os aprendizes devem ser mobilizados pelo professor para a identificação de uma prática matemática e suas referidas figurações. Os estudantes, no interior de seus grupos, não devem ter seus enunciados ignorados. Pois, o objetivo das conversas, formais ou informais, são de valorização dos conhecimentos do grupo. Essa etapa foi denominada *figuração matemática*.

Na formulação de modelos, classicamente, os alunos buscam adequar a situação a algum modelo matemático escolar para posterior validação (BASSANEZI, 2015). Os alunos devem efetuar relações fundamentais entre o modelo matemático construído e os dados extraídos da realidade para decidirem pela aceitação ou rejeição dos referidos modelos e usá-los como resposta ao problema proposto (ALMEIDA; VERTUAN, 2014; BIEMBENGUT, 2016). Na perspectiva Ator-Rede, temos a construção de um modelo a partir da própria prática descrita sem interesse *apriori* em simplificações da realidade. Assim, esse modelo matemático já funciona como resposta ao problema sem necessidade de sua validação e/ou interpretação. A essa etapa, denominamos *configuração de modelo*.

Biembengut (2016) considera essencial a expressão por parte dos estudantes acerca da atividade de modelagem matemática que executaram. Isso consiste na divulgação das atividades por meio de publicações e/ou seminários aos demais estudantes, ou a quem possa interessar. A perspectiva Ator-Rede também considera fundamental que os resultados da pesquisa sejam relatados por escrito e divulgados aos demais grupos de estudantes e professores, podendo se estender a comunidade. Essa etapa foi denominada *móvel imutável* por focar em um texto que desloca inscrições de determinada prática sociocultural a uma sala de aula.

REALIZAÇÃO DE MODELAGEM À LUZ DA TEORIA ATOR-REDE

Para efetivar um ensaio como aplicação de um processo de modelagem matemática para a Educação à luz da Teoria Ator-Rede, realizamos uma descrição sociotécnica da prática de produção de farinha em uma casa de farinha e, em seguida, prosseguimos com as demais etapas da modelagem. Uma descrição desse tipo é justificada pela potencialidade de produzir a compreensão de uma determinada prática sociocultural por parte de um professor para estar apto na orientação dos estudantes em um processo de modelagem à luz da Teoria Ator-Rede.

Como primeira parte da geração de informações, realizamos uma observação não-estruturada na casa de farinha localizada na posse São Pedro no município de Breves, arquipélago do Marajó,

estado do Pará. No entanto, no decorrer da observação, os principais sujeitos envolvidos nessa atividade iam sendo indagados no intuito de corroborar a referida descrição. Essa produção de informações por observação, na casa de farinha localizada na posse São Pedro, ocorreu nos dias 24 de Novembro e 01 de Dezembro de 2018 no intervalo de tempo das 8 h às 12 h e no dia 12 de Março de 2019 no intervalo de tempo das 9 h as 12 h.

Após a observação, realizamos a segunda parte da produção de informações para ampliar a compreensão da realidade na casa de farinha em estudo e otimizar a comunicação. Para isso, precisamos retornar à localidade para entrevistas com os senhores BLS e AS. Essas entrevistas ocorreram na casa de farinha no dia 05 de novembro de 2019 no horário das 9 h às 12 h. Assim, realizamos os seguintes questionamentos:

*Falem sobre a habitação neste local.
Falem sobre acontecimentos externos que influenciam a produção de farinha
E fora da localidade, que outros fatores influenciam em suas atividades?
E quanto ao mercado de venda da farinha produzida?
(Perguntas dos autores aos produtores)*

Com isso, identificamos os seguintes actantes não-humanos que faziam parte da casa de farinha, e aqueles que estavam relacionados a um dia de produção de farinha de mandioca na posse São Pedro. Juntamente com algumas mediações identificadas na referida descrição sociotécnica.

Actantes materiais que compõem a casa de farinha (Imagem 1):

Cevada (Imagem 2) => Estrutura composta por um motor e uma serra (catitu) na qual a mandioca é triturada.

Prensa (Imagem 3) => Estrutura composta por um tanque no qual a polpa de mandioca é espremida por um tronco de árvore em forma de cilindro curto; este tronco é pressionado por uma alavanca de tronco de madeira em forma de cilindro longo.

Forno (Imagem 4) => Estrutura composta por uma chapa de metal ou cobre, utilizada para escaldar e torrar a massa de mandioca que se torna em farinha enquanto é mexida com uma pá de madeira chamada de rodo.

Bacias de madeira (Imagem 5) => Uma utilizada para colocar a polpa de mandioca peneirada antes de ir ao forno e outra para colocar a farinha após seu preparo e peneiração.

Sacas de açúcar vazias (Imagem 6) = > Artefatos de fibra utilizados para colocar a polpa que vai a prensa e para conduzir a mandioca da roça à casa de farinha.

Camburões (Imagem 7) => Artefatos de plástico utilizados para colocar a água para amolecer a mandioca em seu interior.

Lata de tinta vazia de 18 kg (Imagem 8) => Artefato utilizado para conduzir a massa de mandioca e colocar a farinha em saco plástico.

Saco plástico de 30 kg (Imagem 8) => Artefato utilizado para conduzir a farinha até o comércio.

Lenha (Imagem 9) => Utilizada para alimentar o forno em um dia de produção de farinha.

Abaixo, seguem imagens desses actantes, capturadas pelos autores desse artigo.

Imagem 1 - Casa de farinha.



Fonte: Os autores.

Imagem 2 - Cevada.



Fonte: Os autores.

Imagem 3 - Prensa.



Fonte: Os autores.

Imagem 4 - forno e roldo.



Fonte: Os autores.

Imagem 5 - bacia e peneira



Fonte: Os autores.

Imagem 6 - saca com mandioca.



Fonte: Os autores.

Imagem 7 - camburões.



Fonte: Os autores.

Imagem 8 - lata e saca de farinha.



Fonte: Os autores.

Imagem 9 - lenha.



Fonte: Os autores.

Mediações relacionadas a esses actantes materiais:

F => Fornadas de farinha. Ocorrência de 3 ou 4 por dia, cada uma com duração de 1 hora e 20 minutos.

M => sacas de açúcar com mandiocas colhidas na roça. 5 unidades.

M_s => sacas de açúcar com mandiocas secas. 3 unidades.

M_h => sacas de açúcar com mandiocas a hidratar. 2 unidades.

T => tempo para a colheita das mandiocas. 2 horas.

R => tempo para a raspagem das mandiocas. De 3 a 4 horas.

M_m => tempo que as mandiocas são postas de molho. De 2 a 3 dias.

V => vasilhame em forma de prato com massa. Necessidade de 3 medidas por cada percepção sinestésica (P_s) do trabalhador.

B => braçada de lenha. Necessidade de 2 ou 3 para aquecer o forno conforme percepção termométrica do trabalhador (P_t).

S => saca de açúcar vazia com polpa a ser desidratada. 1 para cada fornada.

C => lata de tinta de 18 litros vazia com farinha. 5 unidades para cada fornada.

N => lata de tinta de 18 litros vazia com massa. Transportada 1,5 da prensa a bacia.

D => saco plástico de 30 quilogramas com farinha. 2,5 sacos necessários para as 5 latas de 18 litros.

Mediações relacionadas as percepções do trabalhador:

A percepção sinestésica do trabalhador no momento de colocar massa no forno, e a percepção termométrica do trabalhador no momento de colocar lenha para aquecer o forno foram traduzidas para práticas matemáticas quando a partir delas são executadas as seguintes práticas, respectivamente: colocação de três medidas de massa no forno por cada percepção sinestésica do trabalhador, e duas ou três braçada de lenha para aquecer o forno conforme percepção termométrica do trabalhador.

Mediações relacionadas a capina da roça:

A roça capinada é traduzida a um actante que a partir de uma boa plantação, aquela que não sofre prejuízo em seu crescimento, fornece uma boa fornada, aquela que fornece uma maior quantidade de farinha.

Delegações relacionadas a queima da roça e coleta de mandioca:

A licença fornecida pela prefeitura autoriza a queima da roça para executar a plantação de manivas para se obter as mandiocas. Essa delegação é articulada pela SEMA (Secretaria do Meio Ambiente do Pará), por uma folha de papel A4, pela assinatura do secretário de meio ambiente, pela lei que exige a

licença, etc. A roça doa as mandiocas à casa de farinha para produção de farinha. Essa delegação é articulada pelos senhores BLS e AS, pela licença da prefeitura, pela saca de açúcar vazia, etc.

Assim, a *prática performada* ficou definida como *produção de farinha em uma casa de farinha* e a referida análise funcionou como a *descrição sociomaterial*. Essa organização tem como propósitos a potencialização da capacidade de elaborar problemas e de perceber mediações de poder. Pois, para Latour (2012); a associação de mediadores, a qual deve ser comunicada por um bom texto, explica o social e provoca o leitor a desejar mais detalhes e a convocar mais actantes para serem reunidos.

Na *elaboração de problema*, não houve a intenção de levantar-se hipóteses de simplificação ou interesse na aplicação de modelos curricularmente instituídos. Assim, foram elaborados os seguintes problemas para orientação na mediação do processo de modelagem matemática:

O que podemos afirmar sobre a quantidade de fornadas em um dia de trabalho na casa de farinha? Para isso, foi observado variações de valores sobre o actante segundo os porta-vozes.

Como a saca de açúcar vazia se articula quantitativamente com as mandiocas? Para isso, foi observado a variação de valores conforme a qualidade do actante.

O que dizer quantitativamente acerca da mediação entre tempo e coleta das mandiocas? Para isso, foi observado a variação de valores conforme a qualidade da mediação.

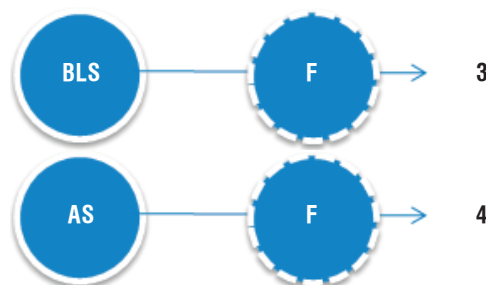
Como a percepção se articula quantitativamente com o forno? Para isso, foi observado a variação de valores mediante a agência de um terceiro actante.

A partir das três etapas da modelagem concluídas, as demais etapas - *figuração matemática, configuração de modelo e móvel imutável* - devem ser sempre realizadas com a colaboração dos estudantes no processo. Entretanto, para que os professores sejam subsidiados para as etapas finais, propomos alguns modelos. Para a identificação desses modelos, identificamos práticas matemáticas existentes nas práticas sociotécnicas descritas, conforme os problemas elaborados. Em seguida, realizamos figurações matemáticas e depois configuramos os modelos.

Figurações matemáticas:

Fornadas de farinha por dia de produção. Ocorrência conforme os senhores BLS ou AS. No Diagrama 1, os trabalhadores atuam sobre a quantidade, em unidade, de fornadas que funciona como mediador na associação.

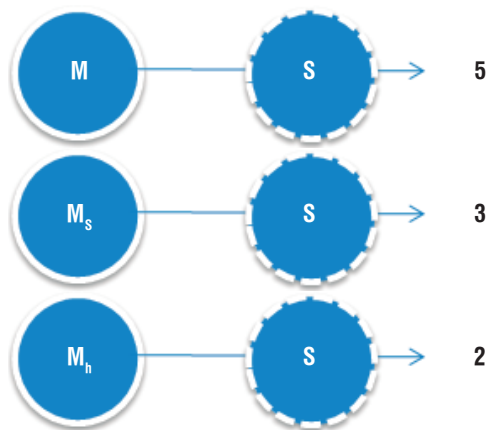
Diagrama 1 - figurações para fornadas de farinha.



Fonte: os pesquisadores.

No Diagrama 2, a saca é um mediador que sustenta certa quantidade, em unidades, de mandiocas conforme a qualificação dessa raiz.

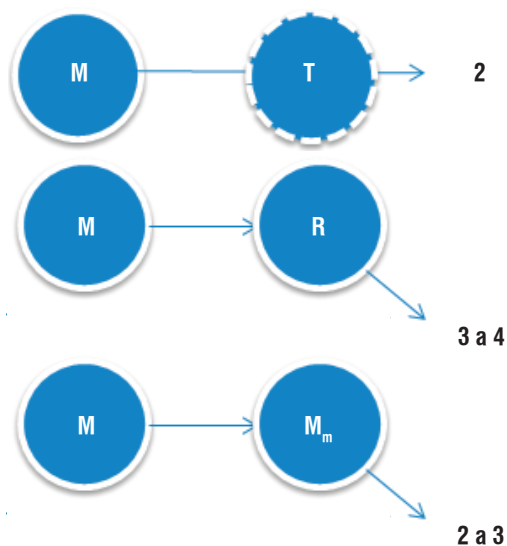
Diagrama 2 - figurações para as mandiocas em sacas de açúcar.



Fonte: os pesquisadores.

No Diagrama 3, as mandiocas levam um tempo para realizarem determinadas mediações, nas quais o tempo de colheita (em horas), o tempo de raspagem (em horas) e a hidratação (em dias) são mediadores quanto ao actante tempo.

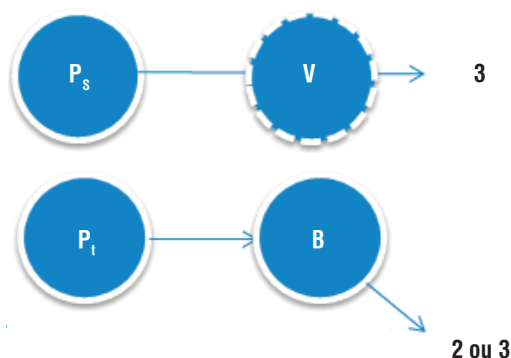
Diagrama 3 - figurações para processos sobre as mandiocas



Fonte: os pesquisadores.

No Diagrama 4, o tipo de percepção define quantidades (em unidades) conforme o mediador vasilhame ou o mediador braçada de lenha.

Diagrama 4 - figurações para percepções sobre a torragem de farinha

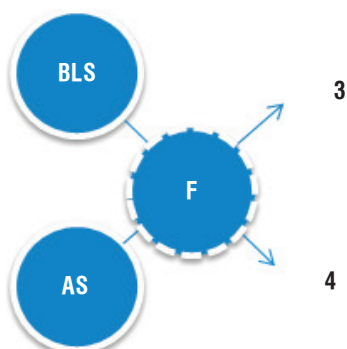


Fonte: os pesquisadores.

Configurações de modelos:

Em resposta ao que podemos afirmar sobre a quantidade de fornada em um dia de trabalho, configurei o seguinte modelo, sintetizando algumas *figurações matemáticas*, conforme o Diagrama 5.

Diagrama 5 - modelo para fornadas de farinha

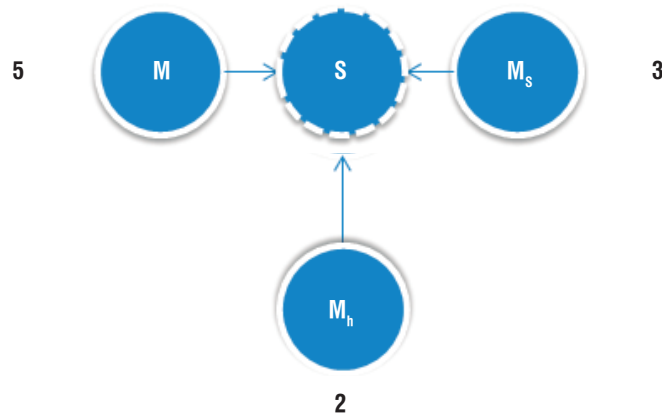


Fonte: os pesquisadores.

Dessa forma, o número de fornada é quantificado de acordo com a perspectiva dos trabalhadores.

Em resposta a como a saca de açúcar se articula quantitativamente com as mandiocas, configuramos o seguinte modelo, sintetizando algumas *figurações matemáticas*, conforme Diagrama 6:

Diagrama 6 - modelo para as mandiocas em sacas de açúcar

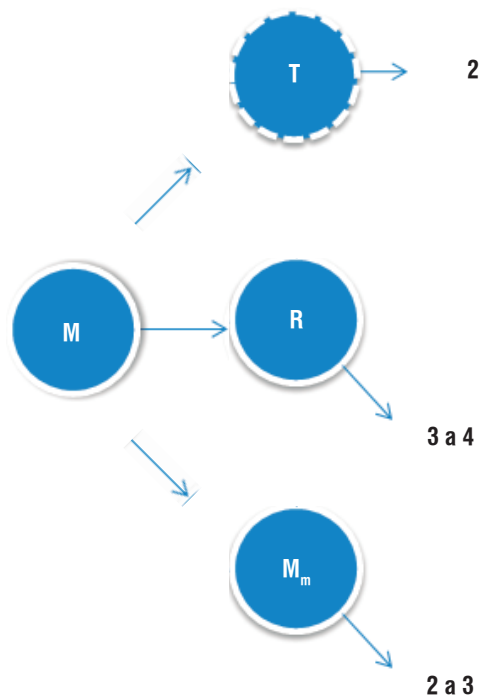


Fonte: os pesquisadores.

Nesse contexto, a saca é um actante que sustenta certa quantidade de mandiocas conforme a adjetivação dessa raiz.

Em resposta ao que dizer quantitativamente acerca da mediação entre tempo e raiz de mandioca, configuramos o seguinte modelo, sintetizando algumas *figurações matemáticas*, conforme Diagrama 7:

Diagrama 7 - modelo para processos sobre as mandiocas.

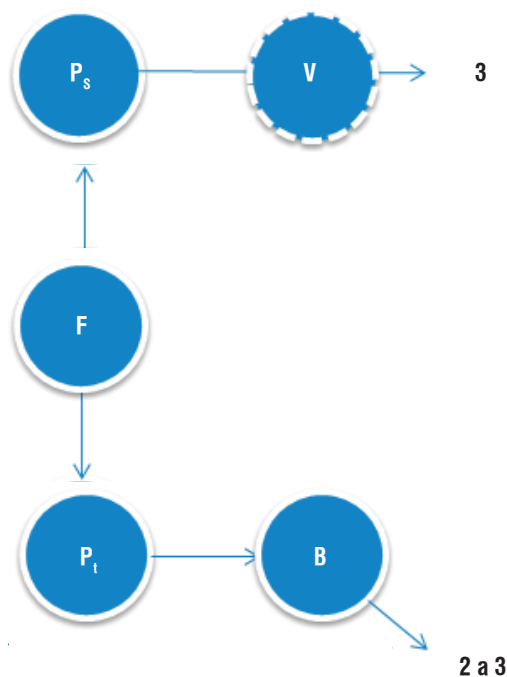


Fonte: os pesquisadores.

Dessa forma, as mandiocas são um actante que modifica a quantidade do tempo conforme a atividade a ser realizada sobre as referidas mandiocas.

Em resposta a como a perceptividade dos trabalhadores se articula quantitativamente com o forno, configuramos o seguinte modelo, sintetizando algumas *figurações matemáticas*, conforme Diagrama 8:

Diagrama 8 - modelo das percepções do trabalhador.



Fonte: os pesquisadores.

Nesse contexto, quando os trabalhadores se articulam ao forno, conforme a variação da perceptividade desses trabalhadores; actantes materiais distintos, com distintas quantidades, são mobilizados.

Para as configurações desses modelos, utilizamos diagramas que representam os mediadores e correspondentes quantidades, os quais podem ser úteis para levar os estudantes a compreensão de uma nova dinâmica do social. No entanto, pode-se explorar a criatividade dos estudantes quanto as formas de representação, não excluindo a possibilidade da gramática da língua portuguesa surgir como modelo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve seu começo no início do doutorado do primeiro autor que trabalhou com a versão da Modelagem Matemática denominada por Etnomodelagem. Essa teoria é caracterizada, principalmente, pelo diálogo entre a matemática acadêmica e a matemática enraizada nas diversas culturas dos alunos, que possibilita ressignificações de conteúdos matemáticos escolares. Dessa forma, o referido autor investigou práticas socioculturais em uma casa de farinha no município de Breves, arquipélago do Marajó, estado do Pará. A partir de então, a pesquisa deveria se apresentar

como inovação a atividades de modelagem matemática e teve como foco fundamental a utilização de artefatos como potencializadores das atividades humanas.

Mas, em reuniões no Grupo de Estudos em Modelagem Matemática, do qual pertencem os autores, surgiram discussões que culminaram com a compreensão da não transferência de significados da realidade de uma cultura a outra. Isso nos levou a mudarmos os rumos da pesquisa inicial. Dessa forma, deslocamos o foco de relação entre etnomodelos para práticas matemáticas a partir da definição de práticas socioculturais de Miguel (2010). Nesse contexto, as matemáticas são caracterizadas como aspectos de atividades humanas, e são realizadas com base em um conjunto de práticas socioculturais. Prática sociocultural é um conjunto articulado e intencional de ações que retiram suas significações das práticas discursivas constituídas nas comunidades que as realizam.

Então, as atividades seguiram rumo a configuração de uma perspectiva para a Modelagem Matemática na Educação Matemática norteadas pela Teoria Ator-Rede. E, à aplicação de um processo de modelagem matemática na prática de produção de farinha de mandioca na zona rural do município de Breves no arquipélago do Marajó à luz da Teoria Ator - Rede. A principal característica dessa teoria é a simetria na relação entre elementos humanos e não humanos na constituição das realidades, que são sempre híbridas e inacabadas.

Para essa empreitada, foram realizadas revisões de textos de autores do campo de pesquisa Modelagem Matemática; por exemplo: Bassanezi (2015), Biembengut (2016), Almeida e Vertuan (2014), que permitiram uma compreensão desse campo de pesquisa e a necessidade de direcionarmos o foco para práticas socioculturais nas quais estão inclusas as práticas matemáticas. Quanto a Teoria Ator-Rede, foi realizada uma revisão de literatura que arrolou autores como: Latour (2001), Law (1992), entre outros. Esses referenciais completaram a construção da referida perspectiva.

Na nova versão da tese de doutorado e neste artigo, nosso objetivo foi construir e configurar uma perspectiva para a linha de pesquisa da Educação Matemática denominada de Modelagem Matemática, que fosse norteadas pela Teoria Ator - Rede. Para isso, fizemos a adequação de princípios da Modelagem Matemática com os da Teoria Ator-Rede. A partir de então, norteados pela referida perspectiva, fizemos novamente a descrição das práticas socioculturais na casa de farinha no município de Breves, arquipélago do Marajó, estado do Pará, desta vez, à luz da Teoria Ator-Rede.

Junto a isso, apresentamos algumas etapas para realização de atividades de modelagem matemática nessa perspectiva com aspectos semelhantes a modelagem clássica. Portanto, confirmamos a possibilidade de configuração de uma perspectiva para a Modelagem Matemática à luz da Teoria Ator-Rede. As etapas propostas para uma atividade de modelagem matemática orientada pela Teoria Ator-Rede foram denominadas por nós como: prática performada, descrição sociomaterial, elaboração de problema, figuração matemática, configuração de modelo e móvel imutável.

Compreendemos que esta perspectiva possibilita aos estudantes uma descrição mais ampla de atividades cotidianas a partir de práticas sociais e materiais híbridas. E quando essas situações são desdobradas, há a possibilidade desses estudantes desenvolverem sua capacidade de elaboração de problemas em uma prática de modelagem matemática e de perceberem como está formatado o poder em determinada cultura. Isso tudo pelo contato com actantes que não são suprimidos da referida descrição, permitindo, assim, que tais actantes sejam inspecionados. Pois, o aparecimento ou desaparecimento de unidades de sentido tem a ver com a maneira que o coletivo é simplificado.

Entendemos que as referidas possibilidades constituem contribuições valiosas tanto para a Modelagem Matemática, em particular, quanto para a Educação Matemática, em geral. No entanto, ficou pendente para pesquisas futuras, a execução de atividades educacionais em ambiente escolar,

sob essa perspectiva, para análise de suas consequências. Isso porque, embora uma atividade de modelagem matemática à luz da Teoria Ator-Rede tenha seu foco em comunidades locais, essa ação deve chegar ao conhecimento da escola institucionalizada para que haja novas percepções e compreensões acerca da Matemática.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Lourdes Maria Werle de; VERTUAN, Rodolfo Eduardo. Modelagem Matemática na Educação Matemática. In: ALMEIDA, Lourdes Werle de; SILVA, Karina pessoa da (orgs.). **Modelagem Matemática em foco**. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2014.

BASSANEZI, Rodney Carlos. **Modelagem Matemática: teoria e prática**. São Paulo: Contexto, 2015.

BIEMBENGUT, Maria Sallet. **Modelagem na Educação Matemática e na Ciência**. São Paulo: Livraria da Física, 2016.

BURAK, Dionísio. Modelagem matemática e a sala de aula. I ENCONTRO PARANAENSE DE MODELAGEM EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA. **Anais...** Londrina, 2004.

CANEDO JR, Neil da Rocha; KISTEMANN JR, Marco Aurélio. A Modelagem Matemática no contexto do ensino fundamental: uma experiência vivida com alunos do oitavo ano. In: ALENCAR, Edvoneete Souza; BUENO, Simone (orgs.). **Modelagem Matemática e Inclusão**. São Paulo: Livraria da Física, 2017.

KNIJNIK, Gelsa; GLAVAM, DUARTE, Claudia. Entrelaçamentos e dispersões de enunciados no discurso da Educação Matemática Escolar: um estudo sobre a importância de trazer a “realidade” do aluno para as aulas de Matemática. **Boletim de Educação Matemática**, Rio Claro, v. 23, n. 37, p. 863-886, 2010.

LATOUR, Bruno. **Jamais fomos modernos: ensaio de antropologia simétrica**. Rio de Janeiro: Editora 34, 1994.

LATOUR, Bruno. **Esperança de pandora**. Bauru: EDUSC, 2001.

LATOUR, Bruno. **Políticas da natureza: Como fazer ciência na democracia**. Tradução. Carlos Aurélio Mota de Souza. Bauru: EDUSC, 2004a.

LATOUR, Bruno. Why has critique run out of steam?: from matters of fact to matters of concern. **Critical Inquiry**, v. 30, n. 2, p. 225-248, 2004b.

LATOUR, Bruno; WOOLGAR, Steve. **A vida de laboratório: a produção dos fatos científicos**. Tradução: Ângela Ramalho Vianna. Rio de Janeiro: Relume Dumara, 1997.

LAW, John. **Notes on the theory of the actor-network: Ordering, strategy, and heterogeneity**. Centre for Science Studies, Lancaster University, 1992.

MIGUEL, Antonio. Percursos Indisciplinares na Atividade de Pesquisa em História (da Educação Matemática: entre jogos discursivos como práticas e práticas como jogos discursivos). **Bolema**, Rio Claro, v. 23, n. 35, 2010.

MIGUEL, Antonio; VILELA, Denise Silva. Práticas escolares de mobilização de cultura matemática. **Cad. Cedes**, Campinas, v. 28. n. 74. p. 97-120, 2008.

MIGUEL, Antonio; VILELA, Denise Silva; MOURA, Anna Regina Lanner de. Desconstruindo a matemática escolar sob uma perspectiva pós-metafísica de educação. **Zetetiké**, Campinas, v. 18, 2010.

SCHLIECK, Diane; BORGES, Martha Kaschny. Teoria Ator-Rede e educação: no rastro de possíveis associações. **Rev. Triang.** Uberaba, v. 11. n. 2. p. 175-198, 2018.

SILVA, Kátia Augusta Curado Pinheiro Cordeiro da. Professores em início de carreira: as dificuldades e descobertas do trabalho docente no cotidiano da escola. 38ª REUNIÃO NACIONAL DA ANPED. **Anais...** São Luís, 2017.

SKOVSMOSE, Ole. **Educação crítica: Incerteza, Matemática, responsabilidade.** São Paulo: Cortez, 2007.

SOUZA, Elizabeth Gomes. **A encenação de práticas socioculturais no contexto escolar.** Tese (Pós-doutorado em Educação). Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2019.

VALADÃO, José de Arimatéia Dias; CORDEIRO NETO, José Raimundo; ANDRADE, Jackeline Amantino de. Teoria do ator-rede: irredutibilidade, simetria e os estudos em administração/organizações. **Organizações em contexto**, São Bernardo do Campo, v. 14, n. 27, 2018.

RECEBIDO EM: 30 maio 2023

CONCLUÍDO EM: 08 set. 2023