

AS AÇÕES DE UM GRUPO DE ESTUDANTES EM UM PROJETO DE MODELAGEM: “A GENTE ESTÁ FAZENDO MUITA CURVA PARA FAZER UM NEGÓCIO MUITO SIMPLES”

THE ACTIONS OF A GROUP OF STUDENTS IN A MODELLING PROJECT: “WE ARE MAKING A LOT CURVES TO DO A VERY SIMPLE BUSSINESS”

Ilaine da Silva Campos
Universidade Federal de Minas Gerais
ila_scampos@yahoo.com.br

Resumo

O objetivo deste artigo é analisar as ações de um grupo de estudantes no terceiro encontro para o desenvolvimento de um projeto de Modelagem. Os sujeitos da pesquisa são estudantes de uma turma de 3º Ano do curso Técnico Integrado ao Ensino Médio em Meio Ambiente, do Instituto Federal de Minas Gerais, *campus* Governador Valadares. O procedimento metodológico foi a observação participante e o encontro foi registrado em áudio e vídeo. Os dados são de natureza qualitativa. O estudo se fundamenta na abordagem teórica da Educação Matemática Crítica e na Teoria Histórico-Cultural da Atividade. A análise dos dados indica que os estudantes atribuem diferentes sentidos para o projeto de Modelagem e os argumentos que apresentam mais força são aqueles que mais se aproximam dos que são validados em uma atividade respaldada na tradição da Educação Matemática escolar. Apesar disso, a natureza das discussões e dos conhecimentos produzidos é diferente daquela que prevalece em atividades que seguem a lógica da tradição da Educação Matemática escolar.

Palavras-chave: Ações; Estudantes; Sentidos; Atividade matemática escolar.

Abstract

The aim of this article is to analyze a students' group actions in the third meeting for a Modelling project development. The research subjects are students of a 3rd year class of the Technical Course Integrated to High School in Environment, at the Federal Institute of Minas Gerais, Governador Valadares campus. The methodological procedure was participant observation and the meeting was recorded in audio and video. Data are of qualitative nature. The study is based on the theoretical approach of Critical Mathematics Education and the Historical-Cultural Theory of Activity. Data analysis indicates that students attribute different meanings to the Modeling project and the strongest arguments are those that bring the Modeling project closer to the ones that are validated in an activity supported by the tradition of school mathematics education.

Keywords: Actions; Students; Meanings; School mathematics activity.

INTRODUÇÃO

As pesquisas sobre a Modelagem na Educação Matemática se constituem a partir de uma diversidade de discussões, por exemplo: diferentes concepções, diferentes objetivos para

a inserção da Modelagem em salas de aula e diferentes ações dos sujeitos ao desenvolverem atividades dessa natureza (ARAÚJO, 2007; SILVEIRA & CALDEIRA, 2012; CAMPOS, 2013). Nessas discussões, são evidenciados diversos aspectos que necessitam de compreensões para apoiar professores na implementação de atividades de Modelagem em suas práticas pedagógicas. Atenta a essa demanda, neste artigo, direciono o olhar para compreender aspectos relacionados às ações dos estudantes em ambientes de aprendizagem de Modelagem.

A compreensão sobre a Modelagem assumida neste estudo é como “um ambiente de aprendizagem em que os alunos são convidados a investigar, por meio da matemática, situações com referência na realidade” (BARBOSA, 2007, p. 161). Alinhada a essa concepção, a proposição do ambiente de aprendizagem, que se constitui como foco dessa discussão, foi orientada, teoricamente, pela abordagem da Educação Matemática Crítica (EMC) (SKOVSMOSE, 2007).

Nesse amplo campo de debates, discutir sobre as ações dos sujeitos no desenvolvimento das atividades de Modelagem pode apresentar entendimentos sobre tensionamentos e resistências que emergem quando se implementam atividades dessa natureza em salas de aula. Nessa direção, a Teoria Histórico-Cultural da Atividade (ENGESTRÖM, 2001, 2016; ENGESTRÖM & SANNINO, 2010) possibilita entender as ações dos sujeitos como parte da complexidade constituída por outras ações, bem como das relações e interações que as constituem na historicidade das Atividades de que os sujeitos participam.

Apoiada nesses referenciais teóricos, da EMC e da Teoria Histórico-Cultural da Atividade, o objetivo, neste artigo, é analisar como ambientes de aprendizagem de Modelagem propostos segundo a EMC podem favorecer enfrentamentos e rompimentos da estrutura que constitui a Educação Matemática tradicional, que se orienta pela lógica do paradigma do exercício.

ASPECTOS TEÓRICOS

Skovsmose (2007) não apresenta uma definição para o que seja a EMC. Esse teórico caracteriza a EMC a partir de preocupações e destaca como a Educação Matemática produz desigualdades em uma microssociedade de uma sala de aula. Ainda acrescenta que a forma como a Educação Matemática opera nos diferentes contextos não está definida, mas que, na maioria deles, acontece a partir do modelo tradicional de aulas de matemática, denominado como paradigma do exercício. Em Skovsmose (2000), o autor esclarece que, no paradigma do exercício, o livro didático, material produzido por autoridades externas à sala de aula, é o principal orientador das práticas que se justificam pela predominância desse material que,

também, sustenta a premissa central de que existe uma resposta única aos exercícios de matemática. Além disso, no paradigma do exercício, é o professor que está no centro da ação pedagógica e, geralmente, as aulas acontecem a partir da exposição de conteúdos e resoluções, explicações e correções de exercícios. De outra forma, nos cenários para investigação, os estudantes podem assumir o centro da ação pedagógica, tendo condições favoráveis à investigação (SKOVSMOSE, 2000). Em Alrø e Skovsmose (2006), os autores apresentam essa discussão com foco nos diferentes padrões de diálogos. De acordo com eles, no paradigma do exercício, o professor centraliza o diálogo em elementos já preestabelecidos para obter as respostas desejadas na explicação do conteúdo ou na resolução de exercícios. Já nos cenários para investigação, o diálogo é conduzido a partir de questionamentos do professor e dos próprios estudantes.

Partindo dessa discussão, é possível considerar que, como já afirmado por Almeida e Vertuan (2014), implementar atividades de Modelagem em salas de aula implica, de certa forma, enfrentar a estrutura já constituída e fortemente apoiada no paradigma do exercício. De acordo com esses autores,

[...] qualquer tentativa de implementar atividades de Modelagem Matemática em sala de aula vem carregada do que se entende por uma ‘aula de Matemática’, acepção esta construída durante toda uma formação escolar, geralmente, vivenciada no paradigma do exercício. (ALMEIDA; VERTUAN, 2014, p. 9, grifo dos autores).

Araújo (2009) problematiza aspectos que propiciam que o ambiente de aprendizagem de Modelagem esteja em consonância com a EMC. Entre eles estão a forma como a matemática é usada e as ações dos sujeitos, estudantes e professor em atividades dessa natureza:

[...] ao mesmo tempo em que é usada para resolver algum problema, é também questionada sobre a forma em que é usada, tanto pelo grupo quanto pela sociedade, de maneira geral. É o uso da matemática da forma que é possível pelo grupo, mas em constante questionamento. E os estudantes são convidados a trabalhar em grupos. Nesse sentido, eles são incentivados a negociar, debater, ouvir o outro e respeitar suas ideias. Essa é uma forma de trabalhar questões políticas e democracia na micro sociedade da sala de aula. Esses valores são trabalhados de tal forma que sejam estendidos para questões sociais, relacionadas com o papel da matemática na sociedade. (ARAÚJO, 2009, p. 65).

Buscar compreender as ações dos estudantes em ambientes de aprendizagem de Modelagem orientados pela abordagem teórica da EMC é de relevante importância para o entendimento de como a Modelagem pode favorecer relações democráticas em salas de aula e, ao mesmo tempo, compreender os enfrentamentos vivenciados por professores na proposição de atividades dessa natureza. Alguns estudos, assim como no presente artigo, usam a Teoria Histórico-Cultural da Atividade para compreender as ações dos estudantes em ambientes de

aprendizagem de Modelagem (ARAÚJO; SANTOS; SILVA, 2010; ARAÚJO; LIMA, 2015; ARAÚJO; TORISU, 2022; BUSTAMANTE, 2016).

As discussões sobre o conceito de Atividade começaram nos estudos dos psicólogos russos, que formam a base teórica da psicologia Histórico-Cultural, tendo a liderança de Lev Semenovitch Vygotsky. Para Leontiev, colaborador de Vygotsky, a Atividade é o conjunto de ações realizadas pelo homem dirigida a uma necessidade, definida como “uma unidade não-aditiva da vida material, corpórea, do sujeito material. [...] é a unidade de vida, mediada pela reflexão mental, por uma imagem, cuja função real é orientar o sujeito no mundo objetivo” (LEONTIEV, 2014, p. 186). Para Leontiev, o que diferencia uma Atividade da outra é o objeto para o qual as ações dos sujeitos são direcionadas.

Engeström (2001, 2016), ao discutir a Teoria da Atividade, propõe uma classificação em três gerações: a primeira refere-se aos trabalhos de Vygotsky a partir da ideia de ação mediada; a segunda trata dos trabalhos de Leontiev, que descreveu a evolução histórica da divisão do trabalho, distinguindo ação individual de Atividade coletiva, e formulou teoricamente o conceito de Atividade; e a terceira congrega diversos estudos desenvolvidos por pesquisadores ocidentais que recontextualizaram essa teoria, a partir dos anos 1970, quando os trabalhos dos psicólogos russos e seus colaboradores tornaram-se disponíveis no ocidente.

Para esse teórico, na terceira geração, Atividade é compreendida a partir de Sistemas Atividades, uma ampliação da estrutura triangular proposta pelo Vygotsky na discussão sobre a ação mediada. Além disso, passa-se a entender que a unidade mínima de análise é pelo menos dois Sistemas Atividades relacionados. O Sistema Atividade é representado graficamente por uma estrutura triangular, relacionando seus componentes e explicitando a mediação entre eles, a natureza coletiva do objeto e o resultado (produto).

Figura 1: Estrutura do Sistema Atividade Humana



Fonte: Engeström (2001, p. 135)

Sobre a estrutura triangular, Engeström (2001) e Engeström e Sannino (2010) explicam os significados dos componentes do Sistema Atividade: ferramentas e signos são artefatos mediadores, compreendidos a partir dos estudos de Vygotsky; sujeito é o indivíduo ou subgrupo

cujas ações são tomadas como perspectiva de análise; comunidade são os indivíduos ou subgrupos que compartilham ou estão interessados em um mesmo objeto; objeto é o componente para o qual a Atividade se dirige e que é transformado em produto; divisão do trabalho se constitui como a divisão horizontal de tarefas e a divisão vertical de poder e *status* entre os integrantes da comunidade; regras são regulamentações, normas, convenções ou padrões, implícitos e/ou explícitos, que limitam as ações no sistema Atividade.

Em específico, o objeto, em destaque por uma circunferência, é caracterizado como “matéria-prima” ou “espaço-problema” que se transformará em resultado ou produto. O objeto é caracterizado por ambiguidades, surpresas, interpretação, produção de sentido e potencial para transformação social (ENGESTRÖM, 2001; ENGESTRÖM, SANNINO, 2010).

Paralela à seta que sai do objeto em direção ao resultado, temos as palavras “sentido” e “significado”. Embora essas não sejam componentes do Sistema Atividade, é necessário compreender o que elas significam na complexidade que envolve essa estrutura. De acordo com Engeström e Sannino (2010), o objeto é caracterizado, ao mesmo tempo, como objeto geral do sistema Atividade e objeto específico de um sujeito, em uma referida ação, em um determinado momento; enfatizando, dessa forma, o caráter focal e ambíguo desse componente da Atividade. Então, o objeto geral está relacionado ao significado societal, e o objeto específico ao sentido pessoal.

Engeström (2002) discute como os modelos construídos para descrever fenômenos da natureza que são amplamente utilizados nas escolas e abordados em livros didáticos, por exemplo, a descrição do que gera as fases da lua, favorecem o que compreende como encapsulação da aprendizagem. Isso ocorre porque o uso desses modelos e suas limitações não garantem conexões com as aprendizagens que ocorrem fora dos contextos escolares. Então, esse pesquisador considera que, para romper com a encapsulação da aprendizagem, é necessário expandir o objeto da aprendizagem. De acordo com ele, partindo da concepção de aprendizagem no âmbito da Teoria Histórico-Cultural da Atividade,

[...] a aprendizagem expansiva propõe romper com a encapsulação da aprendizagem escolar expandindo o objeto da aprendizagem para incluir as relações entre o texto escolar tradicional, o contexto de descoberta e o contexto da aplicação prática, assim *transformando a própria atividade da aprendizagem escolar desde dentro*. Essa transformação é levada a cabo por meio de conteúdos curriculares particulares. É um processo longo, distributivo, não uma transformação de uma vez e para sempre ditada de cima para baixo. (ENGESTRÖM, 2002, p. 195-196, grifos do autor).

Partindo dessa discussão seria, então, possível indagar se o ambiente de aprendizagem de Modelagem pode constituir oportunidades para romper com a encapsulação da aprendizagem da matemática escolar. Acredito que sim, mas não seria possível responder a tal

pergunta nos limites deste texto. Contudo, considero que a análise das ações dos estudantes em ambientes de aprendizagem de Modelagem, proposta segundo a EMC, pode indicar possibilidades de enfrentamentos e rompimentos da estrutura que constitui a Educação Matemática tradicional, ou seja, a lógica do paradigma do exercício.

SUJEITOS, CONTEXTO E METODOLOGIA

Os sujeitos da pesquisa eram estudantes de uma turma de 3º Ano do curso Técnico Integrado ao Ensino Médio em Meio Ambiente, do Instituto Federal de Minas Gerais (IFMG), *campus* Governador Valadares. A turma era formada por 25 estudantes, com idades entre 16 e 18 anos, que se organizaram em quatro grupos a partir do convite para desenvolver projetos de Modelagem, no âmbito da disciplina de matemática. O convite foi feito à turma pela professora da disciplina e pela pesquisadora (autora deste artigo), que realizaram uma atuação colaborativa na implementação do ambiente de aprendizagem de Modelagem. Os grupos se reuniram em horários destinados à disciplina, quando contavam com nossa orientação, da professora e da pesquisadora. E, também, aconteceram reuniões em outros horários, fora do tempo das aulas, com a minha participação, pois na condição de pesquisadora, tinha interesse em acompanhar todo o desenvolvimento dos projetos.

Os dados apresentados neste artigo são originados do terceiro encontro do grupo de estudantes. O referido encontro aconteceu nas dependências da instituição, em um horário em que a turma não tinha aula, contando com minha participação. O grupo era formado por sete integrantes, sendo eles: Adriana, Beatriz, Gabriela, Geovane, Laura, Nico e Roberta¹. Trata-se do grupo que foi escolhido para a discussão que desenvolvi na tese de Doutorado (CAMPOS, 2018).

Como procedimento metodológico, foi realizada observação participante (VIANNA, 2003). O encontro foi gravado em áudio e vídeo por meio do uso de uma filmadora. Assim, no que se refere à metodologia, trata-se de uma pesquisa de natureza qualitativa (FLICK, 2009). Os dados registrados em áudio e vídeo foram transcritos e, para este artigo, foram selecionados aqueles que favorecem a discussão aqui proposta.

De acordo com Vianna (2003), a observação é um dos procedimentos metodológicos mais importantes nas pesquisas em Educação, frequentemente utilizada por pesquisadores cujo foco de investigação são os comportamentos em salas de aula. Considerando que participei do ambiente de aprendizagem de Modelagem ao planejar juntamente com a professora e orientar

¹ Nomes fictícios.

os estudantes no seu desenvolvimento, entendo que realizei observação participante. De acordo com Vianna (2003), “nesse tipo de observação, o observador é parte dos eventos que estão sendo pesquisados” (p. 50).

A professora de matemática atuou nos três anos da turma no curso. Então, foi possível ter a informação de que, na trajetória desses estudantes no curso, essa era a primeira experiência no ambiente de aprendizagem de Modelagem, no âmbito da disciplina de matemática. A proposição do projeto de Modelagem pela professora e pesquisadora foi orientada pela concepção de Modelagem segundo a EMC (BARBOSA, 2003). Cabe esclarecer que, no convite feito aos estudantes para desenvolverem projetos de Modelagem, os grupos tiveram autonomia para escolher os temas, mas foi solicitado pela professora que esses estivessem relacionados à área do curso, pois ela visava relacionar a sua disciplina às demandas curriculares do curso. Sendo assim, a proposta se aproxima do que Barbosa (2003) denomina como Caso 3, no qual os estudantes escolhem o tema, elaboram o problema e apresentam uma solução.

Metodologicamente, a proposição da atividade se apoia em Skovsmose e Borba (2004). De acordo com esses autores, como ambientes de aprendizagem segundo a EMC geralmente não existem em salas de aula, é necessário criá-los na busca por investigar situações que poderiam existir nesses contextos. Para isso, Skovsmose e Borba (2004) estabelecem relação entre três situações denominadas por situação corrente, situação imaginada e situação arranjada. Consideram que existe uma situação corrente, trata-se das que já acontecem nas salas de aula. Então, ao pensarmos a partir da abordagem teórica da EMC, desejamos uma outra situação, denominada de situação imaginada. Assim, no planejamento e implementação da situação imaginada, concretizaremos outra situação que é diferente das situações corrente e imaginada, denominada situação arranjada. Nesse percurso metodológico, é possível vislumbrar possibilidades para compreender o que acontece quando atividades de Modelagem segundo a EMC se fazem presentes nos contextos escolares.

A situação imaginada, neste estudo, buscava deslocar a atuação dos estudantes das atividades de matemática baseadas no paradigma do exercício (SKOVSMOSE, 2000) para a investigação de uma situação que envolve variáveis que não são da própria matemática, cujos dados geram incertezas em relação aos resultados obtidos, e cujas fontes de pesquisas não se limitam ao espaço do contexto escolar, diferente das situações apresentadas na maioria dos livros didáticos. Os dados que serão apresentados a seguir são parte do que aconteceu, ou seja, resultantes da situação arranjada.

DADOS EMPÍRICOS E ANÁLISES

No primeiro encontro para o desenvolvimento do projeto de Modelagem, considerando que era a primeira experiência dessa turma com esse ambiente de aprendizagem, explicamos a proposta da atividade, suas especificidades e solicitamos que os estudantes se organizassem em grupos. Posteriormente, pedimos que cada grupo escolhesse um tema para o projeto de Modelagem, momento em que a professora solicitou que fossem temas relacionados ao curso de Meio Ambiente. O tema escolhido pelo grupo cujos dados são discutidos neste artigo foi “a implantação do sistema fotovoltaico no Instituto Federal de Minas Gerais, *campus* de Governador Valadares”, e o problema foi “descobrir quanto tempo levaria para que a energia que antes era paga para a CEMIG² compensasse o custo das placas e de sua instalação”. Esse encontro, em que estavam presentes todos os integrantes do grupo, teve duração de duas aulas, com 50 minutos cada uma.

Um aspecto importante para a compreensão do desenvolvimento do projeto de Modelagem é que os estudantes também estavam envolvidos no desenvolvimento dos seus trabalhos de conclusão de curso, orientados por professores da instituição. Em específico, o tema do projeto de Modelagem desse grupo se relacionava ao trabalho de conclusão de curso de duas integrantes, Gabriela e Laura. A escolha por esse tema foi negociada entre os integrantes do grupo.

O segundo encontro, no qual estavam presentes cinco integrantes (Adriana, Beatriz, Gabriela, Geovane e Nico), teve duração de uma aula. O grupo se reuniu em sala de aula e, posteriormente, seus integrantes foram para o laboratório de informática devido à necessidade de acesso à internet para consultar um artigo assumido como referência para o desenvolvimento do projeto (SANTANA; ANDRADE, 2014). Nesse encontro, o grupo se dedicou à leitura do artigo, identificando dados a serem usados para resolver o problema proposto. Contudo, quando começaram a leitura, perceberam que já existia uma resposta ao problema que se propuseram a investigar. Então, o grupo passou a discutir possibilidades para não repetir o que foi feito pelo autor do artigo, que também era professor da instituição. Assim, a discussão sobre o problema proposto pelo grupo e sobre a seleção dos dados ocorreu juntamente com a leitura e a compreensão do artigo durante todo o desenvolvimento do projeto.

O terceiro encontro aconteceu em um horário em que o grupo não tinha aula agendada e contou com a orientação da pesquisadora, que acompanhou toda a discussão juntamente com o grupo. O encontro ocorreu em uma sala de aula nas dependências da instituição de ensino e

² Companhia Energética de Minas Gerais.

teve duração de aproximadamente uma hora. Inicialmente, estavam presentes cinco integrantes (Adriana, Beatriz, Laura, Roberta e Nico). No decorrer do encontro, Gabriela chegou e se juntou aos demais integrantes do grupo que já estavam presentes.

Ao iniciar o encontro, Laura tentava acessar o artigo referência no seu *tablet*. Enquanto isso, Nico informou que precisava sair, mas que voltaria rapidamente. Ele solicitou à Beatriz que explicasse sua ideia:

- (1) Nico: Beatriz, vai explicando minha ideia que te falei no ônibus.
- (2) Beatriz: O quê?
- (3) Nico: A minha ideia que tive no ônibus: aumentar o número de placas e diminuir o tempo de retorno.
- (4) Beatriz: Ah, tá!
- (5) Adriana: Só que vai aumentar o gasto!
- (6) Beatriz: Usar toda a área [...].
- (7) Laura: Só que vai aumentar o gasto, vai precisar de mais área e a gente vai ter mais crédito de energia com a CEMIG. Isso não é vantagem ...
- (8) Adriana: E o que a gente vai fazer com esse crédito?
- (9) Laura: Esse crédito vai voltar à noite para poder suprir a energia do campus à noite.
- (10) Adriana: E se a gente não precisar disso tudo?
- (11) Laura: Fica como crédito. E isso não é vantajoso, entendeu?

Adriana concordou com Laura. Esta estudante continuava tentando acessar o artigo, mas não estava conseguindo. Diante dessa dificuldade, Beatriz demonstrou preocupação quanto à continuidade do trabalho naquele dia:

- (12) Beatriz: A gente precisava dos dados para fazer os cálculos, é coisa rápida, é coisa de quinze minutos.
- (13) Pesquisadora³: Qual é o problema?
- (14) Beatriz: O problema é que os dados para fazer o negócio estão em um artigo [...].
- (15) Laura: Um artigo do professor de física daqui do campus, Valcimar, ele fez a viabilidade, viabilidade na parte mais técnica de implantar a energia no campus, [...].

A discussão continuou. Na sequência, a pesquisadora questionou sobre o problema que o grupo estava propondo investigar:

- (16) Pesquisadora: Qual o problema que vocês vão investigar?
- (17) Beatriz: É o da placa solar, de quanto tempo vai demorar.
- (18) Adriana: A gente vai comprar as placas solares e vai colocar no campus, depois a gente vai calcular quanto tempo a gente vai gastar para retornar o dinheiro que a gente gastou com as placas.
- (19) Laura: Esse investimento inicial que a gente vai gastar com as placas é muito grande, a gente tem que provar que isso vai ser recompensado, que isso vale a pena. Mas a gente quer saber quanto tempo demora para começar a valer a pena.

A discussão continuou, mas Laura ainda não tinha conseguido acessar o artigo. Nico retornou quando Beatriz tentou finalizar a reunião:

- (20) Beatriz: Aqui, vai ser melhor a gente deixar para fazer isso outro dia, então.
- (21) Nico: Não, só vou explicar ao pessoal a ideia que eu já conversei com a Gabriela [...].
- (22) Laura: Mas aqui, não vale a pena não.

³ Utilizo a palavra pesquisadora, ao invés do meu nome, para diferenciar melhor as interações em que há minha participação e as que envolvem somente os estudantes.

Sobre essa proposta, Adriana e Laura explicaram para o Nico que sua ideia não era viável economicamente. Na sequência, uma pergunta da pesquisadora desencadeou a discussão sobre o objetivo do grupo com o projeto de Modelagem:

(23) Pesquisadora: Vocês querem analisar os benefícios em economia de dinheiro ou questões ambientais?

(24) Nico: Econômico.

Roberta falou algo [fala inaudível]

(25) Beatriz: Oi?

(26) Adriana: Você queria que fosse o lado ambiental? [perguntou a Roberta]

(27) Roberta: Eu pensei.

(28) Adriana: São os dois, mas o que a gente está mais visando é o lado econômico.

Depois, Laura direcionou a discussão para entender como desenvolver os cálculos para chegar à solução matemática:

(29) Laura: Mas o que é que a gente tem que fazer? [...] A gente tem que calcular o gasto inicial.

(30) Adriana: Só que para isso a gente precisa saber qual placa vai usar. [...]

(31) Nico: Eu achei um site que faz o orçamento.

(32) Beatriz: [...] Para evitar ficar procurando um monte de trem, tem o negócio das três empresas, a gente cria uma quarta empresa e, tipo assim, pega um valor de uma, um valor da outra e depois um da outra, um da outra, que vai ficar a média das três. [faz referência às tabelas 4 e 5 do artigo]

(33) Laura: Não acho que tem tanta necessidade assim da gente fazer uma coisa que não existe, criar outra empresa, usar dados que não foram usados nas contas do Valcimar.

(34) Adriana: Vamos fazer essa média, então, de tudo.

(35) Beatriz: [...] se você for fazer a média das três é a mesma coisa de você fazer a média lá, uma deu dezesseis anos, outra treze, outra sei lá. É a mesma coisa de você pegar essas três e dividir por três [faz referência às tabelas 4 e 5 do artigo].

Figura 2: Tabelas 4 e 5 do artigo referência

Tabela 4 – Orçamentos obtidos com 3 empresas.

Item	Emp.1	Emp. 2	Emp. 3
Painel Fotovoltaico	R\$ 126576	R\$ 148420	R\$ 135000
Inversor	R\$ 34764	R\$ 108100	R\$ 66000
Estrutura de Fixação	R\$ 36498	R\$ 27603	R\$ 32000
Cabos e Materiais Elétricos	R\$ 25800	R\$ 32155	R\$ 24580
Mão de Obra	R\$ 48436	R\$ 15749	R\$ 22420
Projeto de Engenharia	R\$ 26227	R\$ 42795	R\$ 33600

Tabela 5 – Resultados da Análise Econômica

	Empresa 1	Empresa 2	Empresa 3
TRS	10 anos	12,5 anos	10,5 anos
VPL	R\$ 324733	R\$ 230616	R\$ 305471
TIR	15%	11%	13%
TR**	13 anos	17 anos	15 anos

** TR é o tempo para igualar o valor de um investimento (valor presente) com os seus respectivos saldos de caixa gerados em cada período.

Fonte: Santana e Andrade (2014, p. 6 e 7)

(36) Pesquisadora: Agora, todo material precisaria ser comprado em uma empresa ou precisaria [...].

(37) Laura: O caso é que o problema ... teria que ter primeiro um convênio com uma empresa [...].

(38) Adriana: E a gente iria ter que fazer o orçamento em outras empresas para poder fazer isso.

(39) Laura: Na minha opinião, é uma coisa discutível, só que meu orientador já excluiu essa ideia.

(40) Adriana: Não para um projeto assim. Isso só na aplicação mesmo.

(41) Nico: Aqui em Valadares eu não conheço nenhuma empresa que faz a instalação dessas placas [...].

(42) Beatriz: Oh, gente! Vamos resolver o que vamos fazer para terminar logo.

(43) Beatriz: Vamos ao que interessa!

Beatriz solicitou que o grupo direcionasse a discussão para terminar o que, a seu ver, daria continuidade ao desenvolvimento do projeto de Modelagem. A proposta da Beatriz era que o grupo direcionasse suas ações para a realização dos cálculos que foram iniciados no encontro anterior.

A interpretação dos dados transcritos acima indica que Nico buscava ampliar as possibilidades de investigação da temática do projeto. Em outra direção, Beatriz buscava centralizar as discussões para encontrar a solução matemática. As ideias do Nico não foram aceitas, mas foram problematizadas por Adriana e Laura. Ao mesmo tempo, a proposta da Beatriz foi questionada por Laura por não ver sentido em inventar dados para o problema [fala (33)]. Ao retomar a figura 1 e a discussão de Engeström e Sannino (2010), é possível entender que Beatriz e Nico atribuem sentidos diferentes para o projeto de Modelagem. Beatriz buscava responder a uma atividade de matemática, como se fosse um exercício, enquanto Nico buscava discutir sobre questões que envolviam a implantação do sistema fotovoltaico no *campus*. Para Adriana e Laura, existe uma diferença entre um projeto que visa à implementação do sistema no *campus* e o projeto de Modelagem no âmbito da disciplina de matemática [falas (36) e (41)]. Acrescenta-se, então, que essas estudantes atribuem outros sentidos ao projeto de Modelagem, que se diferem dos que são atribuídos pelo Nico e pela Beatriz.

Diante dessa complexidade, retomo a compreensão de Engeström e Sannino (2010) sobre o Objeto do Sistema Atividade, que, de acordo com esses autores, é caracterizado por ambiguidades, surpresas, interpretação, produção de sentido e potencial para transformação social. Entendo que encontrar uma resposta para o problema proposto se caracteriza como o Objeto, no desenvolvimento desse projeto de Modelagem, e que os posicionamentos sobre como encontrar essa resposta se estabelecem a partir das relações de poder entre os integrantes do grupo. Além disso, o problema formulado pelo grupo estava sendo questionado e transformado à medida que avançavam nas discussões.

Na sequência, os argumentos da Beatriz parecem ter mais poder que os do Nico, de forma que Adriana e Laura se concentram no que a Beatriz entende ser fundamental para o desenvolvimento do projeto. Após a fala (43), Laura conseguiu acessar o artigo e Beatriz direcionou o trabalho para a coleta de informações nesse material referência:

(44) Adriana: A quantidade de placas está aqui, cento e quarenta e quatro [apontando para a informação no artigo]. [...]

(45) Beatriz: O que é que a gente vai fazer, não vamos fazer média não, vamos fazer o seguinte, vamos pegar tipo assim, um número de uma empresa, outro número da outra, outro da outra, outro da outra [apontando para a tabela 4 do artigo no tablet]. [...]

(46) Adriana: Beatriz, acho melhor fazer a média.

(47) Beatriz: Não, a média vai ser a mesma coisa de você pegar isso aqui e dividir por três [...] vai ser a mesma coisa que você pegar treze mais dezessete mais quinze e dividir por três. Não vai dar trabalho nenhum.

Adriana não concordou com Beatriz. Nico, por sua vez, tentou interferir e não conseguiu:

(48) Nico: Uma pergunta ...

(49) Adriana: Vamos pegar, então, o mais barato de todas as empresas, vamos pegar a mais barata.

(50) Laura: Por mim, tá.

(51) Beatriz: A mais barata de todas as empresas.

Destaco três aspectos que são compreensíveis a partir das falas da Beatriz que explicitam um possível desconforto da estudante diante do ambiente de aprendizagem de Modelagem. O primeiro é o incomodo quanto à expansão da discussão para além da matemática [fala (43)]. O segundo é o tempo gasto, pois ela desejava terminar logo [fala (42)]. O terceiro é não concordar em usar um procedimento matemático que, no seu entendimento, seria fácil demais [fala (47)]. Esses aspectos que constituem essas interações evidenciam que, diante de uma atividade de natureza aberta, os estudantes podem apresentar resistências, levando-os a buscar atuar nas mesmas condições de uma atividade fundamentada no paradigma do exercício (SKOVSMOSE, 2000).

Após a fala (51), Adriana, Beatriz e Laura se concentraram na leitura da tabela 4 do artigo, que apresenta os orçamentos das três empresas (Figura 2). Adriana passou a anotar os dados no seu caderno, os valores mais baratos para cada item. Enquanto Adriana anotava, o grupo continuou discutindo:

(52) Nico: [...] E também [...] o tanto de crédito que tem que ver se fez as contas para o mês que tem menos sol e para o mês que gasta mais.

(53) Beatriz: Nico, não. Não começa, não.

Laura concordou com Beatriz e a pesquisadora explicitou sua opinião:

(54) Pesquisadora: Eu acho que isso é importante sim [...]. Vocês têm que saber a quantidade de energia que é produzida no momento em que se produz menos energia, para conseguir ter o mínimo [...]. Você pode ter excesso, só não pode ter menos energia do que precisa. [...] A gente tem que perceber se o mês que mais consome energia é o mês que mais produz energia... Tem que encontrar um equilíbrio entre o mês que consome mais e o que produz menos [...].

(55) Laura: Esse equilíbrio seria o crédito que iria para suprir os meses mais quentes.

(56) Adriana: Olha, mas se a gente calcular por ano, fazer o quanto a gente gasta no ano. Então, o crédito do inverno, que a gente gastou menos, a gente vai gastar ele no verão. Vai suprir tudo. [...]

(57) Beatriz: É porque a gente está trabalhando com média, gente. Não estamos trabalhando com uma parte específica do ano. Porque senão a gente vai fazer um trilhão de cálculos [...].

Adriana e Laura concordaram com Beatriz:

(58) Beatriz: [...] a gente não tem capacidade de fazer isso não.

(59) Laura: É cálculo que a gente não tem capacidade de fazer, pois quem fez esse artigo foi um físico formado. [...]

A pesquisadora levantou outro questionamento:

(60) Pesquisadora: Por que uma placa é mais cara que a outra? Será que uma não tem mais vantagem que a outra?

(61) Adriana: Sim, lógico, uma produz mais que a outra [...].

(62) Nico: Ou o material, igual eu li em um artigo uma vez [...].

(63) Adriana: O material vai ajudar na produção de energia, não é? [tom de discordância].

(64) Nico: Calma, calma [...].

(65) Laura: Mas isso não tem relação com a viabilidade elétrica. A gente não está investigando isso.

(66) Beatriz: É a viabilidade econômica [...]

[...]

(67) Pesquisadora: Mas a viabilidade econômica... é uma pergunta, só estou levantando um questionamento, na verdade, são vocês que vão decidir. A viabilidade econômica não depende da quantidade de energia que ela produz? [...].

Em resposta a esse questionamento da pesquisadora, Adriana resolveu mudar os dados:

(68) Adriana: Beleza, vou pegar a placa mais cara [apaga alguns dados no caderno].

Laura pegou o *tablet* e começou a ler o artigo junto com Beatriz. A partir da leitura, explicou que a empresa que tinha a placa mais barata indicava um tempo de retorno menor. Portanto, era a mais viável. Nico tentou continuar com a discussão, mas Laura o interrompeu. Então, Beatriz solicitou que o grupo simplificasse a discussão:

(69) Beatriz: A gente está fazendo muita curva para fazer um negócio muito simples. É simples o negócio [...].

Adriana e Laura concordaram com Beatriz. Laura continuou ouvindo as ideias do Nico por alguns instantes e Adriana continuou com as anotações no caderno.

Da leitura dos dados apresentados acima, nota-se que as falas da pesquisadora e do Nico inquietavam Adriana e Laura, mas os argumentos de Beatriz eram mais fortes. As tentativas do Nico de ampliar a discussão para problematizar a temática foram barradas ou invalidadas por Beatriz [fala (57)]. Nas falas (45) e (47), Beatriz apresentou argumentos próximos ao que podem validar uma atividade no âmbito da tradição da matemática escolar. Essas falas apresentam indícios sobre a compreensão dessa estudante acerca do projeto de Modelagem, compreensões que direcionaram suas ações no desenvolvimento do projeto. Dentre essas ações, a busca por procedimentos matemáticos que simplifiquem o problema, que sejam válidos e que estejam compatíveis com os conhecimentos matemáticos que fazem parte do repertório de conhecimentos do grupo.

Na sequência da fala (69), após as anotações no caderno:

(70) Beatriz: A gente já tem os valores, agora tem que somar isso aqui tudo. Soma para ver.

Em seguida, Adriana pegou o celular e começou a somar os valores. Beatriz explicou para o grupo o que foi realizado, apontando para os resultados obtidos escritos no caderno:

(71) Beatriz: Aí o que a gente vai fazer, somou aqui, a gente viu que dá duzentos e trinta mil, novecentos e dezenove [R\$ 230.919,00]. E a gente sabe que essas placas aqui vão produzir quarenta e nove mil, cento e oitenta e três quilowatt-hora. Aí o seguinte, a gente tem que ver quanto que gastou por ano no IF.

(72) Adriana: A gente gasta dez mil reais por mês. Só que eu não sei quanto vale o quilowatt.

(73) Beatriz: Então, cento e vinte mil por ano que gasta de energia no IF.

(74) Adriana: Isso.

(75) Nico: Depende da bandeira.

(76) Beatriz: Mas o IF paga fixo. [...]

Adriana calculou o total dos gastos em quilowatt apresentado no gráfico:

(77) Adriana: Quarenta e um mil, novecentos e cinquenta.

(78) Laura: A gente produz quarenta e nove e gasta quarenta e um mil.

(79) Beatriz: Então, a energia que você vai gastar em um ano já vai suprir. [...]

A pesquisadora questionou o grupo sobre como seriam os primeiros meses após a implantação das placas, pois não significaria que a energia produzida seria suficiente para suprir o consumo de energia da instituição. Ela sugeriu pensar em estratégias para lidar com os primeiros meses. O grupo começou a discutir sobre essa questão quando Beatriz interrompeu e pediu para o grupo continuar fazendo a conta:

(80) Nico: Beatriz, agendar a instalação para os meses que produz mais [...].

(81) Beatriz: Gente, vamos fazer isso aqui, fazer só a conta aqui, que se for colocar um monte de variável não vai dar nunca [...].

(82) Adriana: Beleza, a gente tem que calcular primeiro [...]. Então, a gente tem que calcular em quantos meses isso aqui vai pagar isso aqui [...]. [refere-se às anotações feitas no caderno].

Após a fala (82) da Adriana, a discussão continuou:

(83) Adriana: A vida útil dos painéis que é vinte e cinco e a dos inversores que é de dez anos [...] a gente iria ter que trocar os inversores [...]. Mas gente, dois anos.

(84) Beatriz: Você somou esse negócio direito Adriana? Tem certeza que você não esqueceu de nenhuma, sei lá, casa decimal.

Adriana voltou a calcular para verificar a resposta:

(85) Adriana: Agora deu dois anos e três meses gente.

(86) Beatriz: Não é dois anos e três meses, é dois vírgula três.

Os resultados geraram dúvida quanto aos procedimentos matemáticos utilizados. Em paralelo, Gabriela chegou, observou a discussão e discordou da solução que o grupo encontrou:

(87) Gabriela: Não é possível dar em dois anos, tem alguma coisa errada. [...]

Nesse clima, pareceu ser consenso entre os integrantes do grupo que o valor encontrado não correspondia a um valor válido para responder ao problema proposto pelo grupo para o projeto de Modelagem. A realização dos cálculos não era mais a questão central e, sim, o que gerou a discrepância entre os resultados. Devido ao fato de ter chegado atrasada, Gabriela pediu

explicações ao grupo sobre o que foi realizado e não concordou com a solução matemática obtida. Diante da discrepância entre a solução encontrada pelo grupo e o resultado presente no artigo, após a chegada da Gabriela, Beatriz começou a questionar sobre as siglas presentes no artigo, cujo significado ela não compreendia e que poderiam ter relação com os resultados apresentados pelos autores, mas Gabriela não soube explicar. Então, esta estudante julgou ser importante ter esclarecimentos por parte do seu orientador ou do autor do artigo.

Gabriela procurou se informar sobre o que o grupo tinha realizado e Beatriz explicou.

A partir da explicação, Gabriela questionou sobre o crédito em energia:

(88) Gabriela: [...] parece que é muito.

(89) Beatriz: Não sei.

(90) Nico: Poderia suprir se acontecesse alguma coisa com as placas.

Nico tentou falar, mas não conseguiu que o grupo lhe ouvisse. Roberta solicitou que o grupo escutasse a opinião do Nico:

(91) Roberta: Ouve ele!

(92) Nico: Gente, um minutinho, um minutinho. Gabriela falou que é muito, mas se acontecer alguma coisa com as placas?

(93) Beatriz: Então, por isso que é bom deixar.

Gabriela responde ao Nico:

(94) Gabriela: Mas nosso trabalho é cálculo, não é o que vai acontecer com as placas.

Roberta tentou argumentar:

(95) Roberta: Porque o nosso foco inicial é financeiro ... [inaudível].

Gabriela discordou da Roberta e do Nico:

(96) Gabriela: Não faz diferença [...].

A discussão continuou até que Beatriz interrompeu e falou que o grupo só precisava saber o significado das siglas:

(97) Beatriz: A única coisa que a gente precisa saber é o que é TIR e VPL. Pronto, resolve todos os nossos problemas.

Gabriela pegou o *tablet* e saiu, disse que iria procurar seu orientador, para que ele a explicasse. Pouco tempo depois, ela voltou e falou que os professores que poderiam explicar não estavam na instituição, o autor do artigo e o seu orientador. Depois, resolveu buscar informações na internet, solicitou o celular do Nico e ele o disponibilizou. A discussão continuou, mas o grupo não teve sucesso quanto à busca do significado das siglas. Então, Beatriz solicitou a finalização da reunião:

(98) Beatriz: Acho que não adianta a gente ficar discutindo porque a gente vai ficar discutindo, discutindo e não vai resolver nada [...]. Simples, a gente vai ter que terminar isso aqui em outro dia [...].

Diante disso, o grupo finalizou a reunião.

Com a chegada da Gabriela e seu posicionamento sobre o que estava sendo desenvolvido, parece que os argumentos da Beatriz ganharam força. Ao sugerir a finalização da reunião, esta estudante também definiu quais ações eram necessárias e consideradas para o desenvolvimento do projeto, não havendo espaço para discussões que não estivessem direcionadas para encontrar a solução matemática. Na fala (94), Gabriela definiu os limites do projeto de Modelagem. Em suas palavras, disse que se tratava de matemática e que outras variáveis que poderiam ser parte do processo de implementação do sistema fotovoltaico não teriam importância no projeto.

Nessa passagem, mais uma vez, a tentativa do Nico de expandir a discussão foi barrada com argumentos de que a sua discussão não cabia em uma atividade de matemática. Apesar das ideias do Nico não serem aceitas, suas falas indicavam que outros aspectos do fenômeno em estudo poderiam ser considerados, o que ampliaria a compreensão sobre a complexidade da proposta do grupo quanto ao projeto de Modelagem.

Ao final do projeto, o grupo apresentou como resultado que o tempo de retorno seria 2,6 anos. Houve mais dois encontros presenciais e, posteriormente, discussões via grupo de *WhatsApp* que culminaram nessa resposta. Além desses encontros, houve um momento em sala de aula para a apresentação dos projetos para a turma. A descrição de outros momentos relacionados à obtenção dessa resposta relativa ao tempo de retorno pode ser encontrada em Campos (2018). Considerando os limites deste artigo, a discussão ficará limitada ao que aconteceu no terceiro encontro.

DISCUSSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste artigo, o objetivo foi compreender as ações de um grupo de estudantes em um encontro para o desenvolvimento de um projeto de Modelagem. Destacou-se, nesse encontro, a resistência quanto à aceitação, por parte de alguns estudantes, da expansão das discussões para além do que poderia ser entendido como argumentos matemáticos. As análises das ações dos sujeitos nas interações do grupo indicam que, ao mesmo tempo em que o projeto de Modelagem oportuniza expandir as discussões para além dos conhecimentos matemáticos, a compreensão por parte dos sujeitos sobre o que valida uma atividade no âmbito de uma disciplina de matemática pode diminuir as possibilidades para essa expansão.

Em uma primeira análise, poderia entender que o projeto de Modelagem foi acomodado dentro da lógica da matemática escolar. De outra forma, ao analisar as ações dos sujeitos participantes da reunião, entendo que os questionamentos que rompiam com a lógica da

matemática escolar desestabilizavam os argumentos que eram respaldados unicamente pela matemática. Então, é possível afirmar que, por mais força que tenham tido os argumentos na lógica da matemática escolar, eles foram tensionados por questões que envolvem variáveis que não são matemáticas. Isso explica que a natureza das discussões e dos conhecimentos produzidos no ambiente de aprendizagem de Modelagem é diferente da natureza de uma atividade que segue a lógica da tradição da matemática escolar.

Foi possível compreender que a resistência à expansão das discussões para além dos argumentos matemáticos tem relação com a compreensão do que é o projeto de Modelagem, no âmbito da disciplina de matemática. Os estudantes entendiam de formas distintas o projeto que seria concretizado na prática e o projeto de Modelagem no âmbito da disciplina de matemática. Apresentar uma resposta matemática ao problema proposto é diferente de implementar a instalação do sistema fotovoltaico na instituição, ou seja, são situações problemas diferentes.

Dessa forma, como contribuições para as discussões sobre as ações dos sujeitos em ambientes de aprendizagem de Modelagem, este artigo traz questionamentos sobre como o contexto da disciplina de matemática apresenta implicações sobre o significado que os estudantes atribuem ao projeto de Modelagem. Possivelmente, em outro contexto, os argumentos que não foram validados nas discussões poderiam ter uma força diferente nas interações do grupo.

Discussões como as apresentadas neste artigo, que focam nas ações dos sujeitos em ambientes de aprendizagem de Modelagem, colaboram para se compreender os possíveis contornos e tensionamentos que atividades de Modelagem assumem em salas de aula de matemática. Em específico, buscar compreensões por meio da Teoria da Atividade leva a questionar quais sentidos os estudantes atribuem aos projetos de Modelagem e como esses sentidos são frutos das experiências e de suas compreensões acerca da matemática escolar e das atividades que são validadas no âmbito dessa disciplina.

Partindo da discussão de Engeström (2002) e da discussão apresentada neste artigo, arrisco afirmar que ambientes de aprendizagem de Modelagem, segundo a Educação Matemática Crítica, são possibilidades para superar a encapsulação da aprendizagem escolar no que se refere à tradição escolar da Educação Matemática. Mas, assim como destaca esse pesquisador, essa superação deve ser vista como um processo longo, não se tratando, pois, de uma transformação instantânea, já que, diante da experiência com a matemática escolar, as ações dos sujeitos podem favorecer o que é denominado por ele como encapsulação da

aprendizagem. Trata-se de um movimento que oscila entre as possibilidades de expansão e a tradição da Educação Matemática escolar.

REFERÊNCIAS

ALRØ, Helle; SKOVSMOSE, Ole. **Diálogo e aprendizagem em educação matemática**. Tradutor Orlando de A. Figueiredo. Belo Horizonte: Editora Autêntica, 2006.

ALMEIDA, Lourdes Maria Werle de; VERTUAN, Rodolfo Eduardo. Modelagem Matemática na Educação Matemática. In: ALMEIDA, Lourdes Maria Werle de; SILVA Karina Pessôa (Org). **Modelagem Matemática em Foco**. Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna, 2014. p. 1-21.

ARAÚJO, Jussara de Loiola. Relação entre matemática e realidade em algumas perspectivas de modelagem matemática na Educação Matemática. In: BARBOSA, Jonei Cerqueira; CALDEIRA, Ademir Donizeti; ARAÚJO, Jussara de Loiola (Orgs.). **Modelagem Matemática na Educação Matemática Brasileira: pesquisas e práticas educacionais**. Recife: Sociedade Brasileira de Educação Matemática, 2007. p. 17-32.

ARAÚJO, Jussara de Loiola. Uma abordagem sócio-crítica da modelagem matemática: A perspectiva da educação matemática crítica. **Alexandria Revista de Educação em Ciências e Tecnologia**, v.2, n. 2, p. 55-68, 2009.

ARAÚJO, Jussara de Loiola; LIMA, Fernando Henrique de. Construção de modelos matemáticos como transformações de objeto em produto. In: CONFERÊNCIA NACIONAL SOBRE MODELAGEM NA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 9, 2015, São Carlos, SP. **Anais...**São Carlos: Universidade Federal de São Carlos, 2015. p. 1-15.

ARAÚJO, Jussara de Loiola; SANTOS, Madalena; SILVA, Teresa. Identificando o(s) objeto(s) em atividades de Modelagem Matemática. In: ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 10, 2010, Salvador. **Anais...** Salvador: SBEM, 2010. 1 CD-ROM. 1-10.

ARAÚJO, Jussara de Loiola; TORISU, Edmilson Minoru. Porque um estudante decide participar de um projeto de modelagem? Motivos para ser voluntário em uma pesquisa. In: DEODATO, A. A.; KAWASAKI, T. F. **Teoria da Atividade em construção: possíveis diálogos**. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2022. p. 91-111.

BARBOSA, Jonei Cerqueira. Modelagem Matemática na sala de aula. **Perspectiva**, Erechim (RS), v. 27, n. 98, p. 65-74, 2003.

BARBOSA, Jonei Cerqueira. A prática dos alunos no ambiente de modelagem matemática: o esboço de um framework. In: BARBOSA, Jonei Cerqueira; CALDEIRA, Ademir Donizeti; ARAÚJO, Jussara de Loiola (Orgs.). **Modelagem Matemática na Educação Matemática Brasileira: pesquisas e práticas educacionais**. Recife: Sociedade Brasileira de Educação Matemática, 2007. p. 161-174.

BUSTAMANTE, Jeannette Emma Galleguillos. **Modelagem Matemática na modalidade Online: análise segundo a Teoria da Atividade**. 2016. 213f. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas. Rio Claro, 2016.

CAMPOS, Ilaine da Silva. **Alunos em ambientes de modelagem matemática: caracterização do envolvimento a partir da relação com o background e o foreground.** 2013. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação da Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2013.

CAMPOS, Ilaine da Silva. **A divisão do trabalho no ambiente de aprendizagem de modelagem matemática segundo a educação matemática crítica.** 2018. 253f. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. 2018.

ENGESTRÖM, Yrjö. Expansive learning at work: toward an activity theoretical reconceptualization. **Journal of Education and Work**, v. 14, n. 1, p. 133-156, 2001.

ENGESTRÖM, Yrjö. NON SCOLAE SED VITAE DISCIMUS: como superar a encapsulação da aprendizagem escolar. In: DANIELS, Harry. **Uma introdução a Vygotsky.** São Paulo: Loyola, 2002. p. 175-197.

ENGESTRÖM, Yrjö. **Aprendizagem Expansiva.** Traduzido por Fernanda. Liberali. Campinas (SP): Pontes editores, 2016.

ENGESTRÖM, Yrjö.; SANNINO, Annalisa. Studies of expansive learning: Foundations, findings and future challenges. **Educational Research Review**, v. 5, n. 1, p. 1-24, 2010.

FLICK, Uwe. **Introdução à pesquisa qualitativa.** Tradução de Joice Elias Costa. 3 ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

LEONTIEV, Alexei Nikolaevich. Atividade e consciência. **Revista Dialectus.** Ano 2 n. 4 janeiro-junho 2014 (original de 1972), p. 184-210. Traduzido por Marcelo José de Souza e Silva. Disponível em: http://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/22230/1/2014_art_anleontiev2.pdf. Acesso em: 30 set. 2023.

SANTANA Fernanda Pereira da Silva; ANDRADE, Valcimar Silva d. Dimensionamento e análise de viabilidade de um sistema fotovoltaico para o prédio de ensino de uma instituição pública em Governador Valadares. IN: V Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental, Belo Horizonte. **Anais ...** 2014.

SILVEIRA, Everaldo; CALDEIRA, Ademir Donizeti. Modelagem na Sala de Aula: resistências e obstáculos. Rio Claro: **Bolema - Boletim de Educação Matemática**, v. 26, n. 43, p. 1021-1047, ago. 2012.

SKOVSMOSE, Ole. Cenários de investigação. Rio Claro: **Bolema - Boletim de Educação Matemática**, n. 14, p. 66-91, 2000.

SKOVSMOSE, Ole. **Educação crítica: incerteza, matemática, responsabilidade.** Tradução de Maria Aparecida Viggiani Bicudo. São Paulo: Cortez, 2007.

SKOVSMOSE, Ole; BORBA, Marcelo de Carvalho. Research methodology and critical mathematics education. In: Valero, Paola; Zevenbergen, Robin. (Org.). **Researching the**

Socio-political Dimensions of Mathematics Education: Issues of Power in Theory and Methodology. Dordrecht: Kluwer, 2004, p. 207-226.

VIANNA, Heraldo Marelim. **Pesquisa em Educação:** a observação. Brasília: Plano Editora, 2003.

Submetido em 30 de setembro de 2023.

Aprovado em 08 de março de 2024.