

A escolha do tema de um projeto de modelagem e as relações de poder entre os integrantes de um grupo

Modelling project theme choice and power relations among the group members

ILAINE DA SILVA CAMPOS¹

Resumo

Neste artigo, busco compreender as relações de poder que se constituíram a partir da escolha do tema de um projeto de Modelagem. O estudo se fundamenta na abordagem teórica da Educação Matemática Crítica e na Teoria Histórico-Cultural da Atividade. 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 estudo é de natureza qualitativa e foram desenvolvidas observações participante e uma entrevista em grupo. A partir da análise dos dados, é possível compreender que a escolha do tema pelos estudantes pode favorecer preestabelecer relações hierarquicamente desiguais entre os estudantes, distanciando, dessa maneira, da proposta de se constituir relações democráticas em sala de aula.

Palavras-chave: *Modelagem Matemática, Ações dos estudantes, Escolha do tema Relações de poder.*

Abstract

In this article, I seek to understand the power relations that have been constituted from the Modelling project theme choice. The study is based on the theoretical approach of Critical Mathematics Education and on the Historical-Cultural Activity Theory. The research subjects are students of a 3rd Year Class of the Integrated Technical Course to High School in Environment, at the Federal Institute of Minas Gerais, Governador Valadares campus. The study is of qualitative nature and participant observations and a group interview were developed. From data analysis, it is possible to comprehend that the theme choice by the students can favor the preestablishment of hierarchically unequal relations among the students, thus distancing from the proposal of establishing democratic relations in the classroom.

Keywords: *Mathematical Modelling, Students' Actions, Theme Choice, Power relations.*

¹ Doutora em Educação: Faculdade de Educação da Universidade Federal de Minas Gerais (FaE/UFMG) – ila_scamos@yahoo.com.br

Introdução

As pesquisas sobre Modelagem² na Educação Matemática têm evidenciado como esse campo vem conquistando cada vez mais espaço no cenário nacional e internacional (ARAÚJO, 2009a; STILLMAN; BLUM; BIEMBENGUT, 2015). Contudo, ainda são apontadas muitas dificuldades, barreiras ou resistências enfrentadas ou explicitadas pelos professores para a inserção de atividades de Modelagem em salas de aula (SILVEIRA; CALDEIRA, 2012).

Nesse cenário, argumento a favor de uma maior ênfase em discussões sobre as ações dos sujeitos, professores e estudantes, quando vivenciam atividades de Modelagem, para subsidiar as ações nas instâncias de formação de professores quando essa temática é discutida. Estudos como os de Araújo e Barbosa (2005), Campos e Araújo (2015) e Oliveira (2010) abordam discussões nessa direção. Este artigo, por sua vez, apresenta parte dos resultados de uma pesquisa de doutorado (CAMPOS, 2018) que teve como objetivo maior discutir a Divisão do Trabalho entre os estudantes, integrantes de um grupo, no desenvolvimento de uma atividade de Modelagem proposta segundo a abordagem teórica da Educação Matemática Crítica (EMC). Em específico, o objetivo deste artigo é discutir as relações de poder entre os sujeitos envolvidos no desenvolvimento de uma atividade de Modelagem, que se constituíram a partir da escolha do tema a ser investigado por um grupo de estudantes.

A Modelagem é entendida, neste estudo, como um ambiente de aprendizagem em que os estudantes são convidados a investigar, por meio da Matemática, situações com referência na realidade (BARBOSA, 2007). Essa forma de compreender a Modelagem destaca a noção de convite (SKOVSMOSE, 2000) que explicita a liberdade dada aos estudantes para atuarem no centro da ação pedagógica. Esse lugar ocupado pelos estudantes pressupõe relações de poder diferentes das que seriam estabelecidas em ambientes de aprendizagem em que é o professor atua no centro da ação pedagógica. Nessa direção, destaco as potencialidades de buscar entender as relações de poder entre os sujeitos em ambientes de aprendizagem de Modelagem.

² No decorrer do texto, para evitar repetições na escrita, a palavra Modelagem faz referência à Modelagem Matemática na Educação Matemática.

A compreensão sobre as relações de poder, que fundamenta a discussão proposta neste artigo, é oriunda da Teoria da Atividade³ (ENGESTRÖM, 2001, 2016), que tem sua origem na escola Histórico-Cultural da psicologia soviética.

Tendo em vista o objetivo do presente artigo, na próxima seção, apresento os referenciais teóricos que fundamentam a discussão proposta. Em seguida, descrevo o projeto de Modelagem desenvolvido por um grupo e apresento os sujeitos (integrantes do grupo) e o contexto. Depois, discuto os aspectos metodológicos. Na sequência, apresento os dados e uma análise inicial. Por fim, proponho uma discussão e as considerações finais.

O referencial teórico

A abordagem teórica da EMC, como discutida por Skovsmose (2001, 2007), enuncia preocupações, questões e incertezas que levam à reflexão dos papéis sociopolíticos da Educação Matemática na sociedade. É central nessa discussão entender que a Educação Matemática nos diversos contextos escolares pode se apresentar como possibilidade de empoderamento ou submissão, inclusão ou exclusão e discriminação dos sujeitos.

Em particular, concordo com os estudos de Araújo (2009b) e Barbosa (2003) ao considerarem, que por tratarem de situações oriundas de outras áreas do conhecimento ou do cotidiano, as atividades de Modelagem criam cenários propícios ao debate acerca da forma como a Matemática pode se fazer presente em determinadas situações e colocar em discussão o poder exercido por ela na sociedade.

No nível das práticas em salas de aula, Barbosa (2003) destaca o papel do professor como fundamental para potencializar discussões consonantes às preocupações da EMC no ambiente de aprendizagem de Modelagem. Araújo (2009b) defende a importância dos estudantes trabalharem em grupo e abordarem problemas escolhidos por eles no desenvolvimento do projeto de Modelagem. Esta autora destaca que dar liberdade para os estudantes escolherem os problemas das atividades de Modelagem está relacionado à intenção de promover relações democrática em sala de aula. Sobre esse aspecto Ceolim e Caldeira (2013) explicam que

o que Skovsmose aponta para a EMC, que é a questão da democracia no ensino, ou seja, proporcionar uma participação democrática das pessoas envolvidas diretamente e indiretamente, dando voz a todos, procurando refletir teorias e ideias sobre liberdade e justiça. (CEOLIM; CALDEIRA, 2013, p.8)

³ Ao tratar de Atividade no âmbito dessa teoria a palavra será escrita com letra maiúscula.

A discussão acerca da escolha do tema pelos estudantes em projetos de Modelagem foi problematizada por Hermínio e Borba (2010) que defendem a importância do tema ser de interesse dos estudantes. De acordo com esses autores,

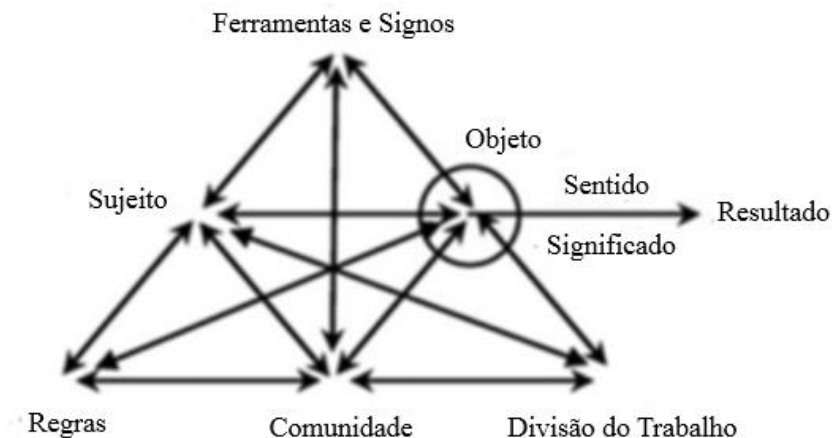
Quando é dado ao aluno o direito de escolher o tema a ser estudado, o objetivo é dar poder ao aluno, de forma que ele, nesse momento, decida uma parte do seu currículo e tenha direito à fala e à decisão. Este direito, traz consigo a responsabilidade de envolvimento nessa questão, tornando o aluno, parceiro de sua própria educação. (HERMÍNIO; BORBA, 2010, p. 124)

Concordo com a discussão desses autores por destacar a importância de dar poder aos estudantes, contudo é pertinente buscar entender como isso se constitui nas relações entre os integrantes de um grupo. Partindo dessa discussão, busco compreender, no nível das ações dos sujeitos, o que acontece quando são propostas atividades de Modelagem segundo às orientações teóricas da EMC. Para isso, apoio-me na Teoria Histórico-Cultural da Atividade, frequentemente denominada como Teoria da Atividade (TA), para compreender as ações dos sujeitos no desenvolvimento de atividades de Modelagem.

A TA tem sua origem na escola Histórico-Cultural da psicologia soviética, no início do século XX, tendo como principais representantes os psicólogos Lev Semenovitch Vygotsky, Aleksei Nikolaevich Leontiev e Alexander Romanovich Luria (ENGESTRÖM, 2001, 2016; ENGESTRÖM, SANNINO, 2010). De acordo com esses estudos, o desenvolvimento da TA pode ser compreendida a partir de três gerações: a primeira, centrada nos trabalhos de Vygotsky a partir da ideia de ação mediada; a segunda, centrada nos 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, que trata da recontextualização desses estudos por pesquisadores ocidentais a partir dos anos 1970, quando os trabalhos desses psicólogos russos e seus colaboradores tornaram-se disponíveis no ocidente. A terceira geração da TA tem seus fundamentos desenvolvidos principalmente pelos trabalhos do pesquisador Yrjö Engeström.

Para Leontiev (2014), colaborador de Vygotsky, Atividade diz respeito ao conjunto de ações realizadas pelo homem dirigida a uma necessidade e o que diferencia uma Atividade da outra é o seu objeto para o qual as ações são direcionadas. Na denominada terceira geração da TA, como assumida neste artigo, Atividade é concebida como sistema Atividade humana, representado graficamente pela estrutura triangular que segue abaixo (figura 1).

Figura 1 - A estrutura do sistema Atividade humana



Fonte: Engeström, 2001, p.135

O sistema Atividade tem seis componentes e as setas indicam em duas direções para ressaltar as relações dialéticas entres eles. O triângulo superior apresenta a relação entre o sujeito e o objeto mediada por ferramentas e signos, cuja referência inicial está nos trabalhos de Vygotsky. Apoio-me em Engeström e Sannino (2010) para explicar os significados dos componentes do sistema Atividade: ferramentas e signos são artefatos mediadores; sujeito é o indivíduo ou subgrupo cujas ações são tomadas como perspectiva de análise; comunidade refere-se aos indivíduos ou subgrupos que compartilham ou estão interessados em um o mesmo objeto; objeto é o componente para o qual a Atividade se dirige e que é transformado em produto; a Divisão do Trabalho consiste na divisão horizontal de tarefas e a divisão vertical de poder e *status* entre os integrantes da comunidade; as regras são regulamentações, normas, convenções ou padrões, implícitos e ou explícitos, que limitam as ações no sistema Atividade; e, o objeto, em destaque com a ajuda de 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. Do objeto em direção ao resultado, encontra-se uma seta e, paralela a ela, as palavras “sentido” e “significado”. Engeström e Sannino (2010) explicam que o objeto é caracterizado, ao mesmo tempo, como objeto geral do sistema Atividade, relacionado ao significado societal, e objeto específico de um sujeito, relacionado ao sentido pessoal, em uma referida ação, em um determinado momento; dessa forma, enfatizando o caráter focal e ambíguo desse componente da Atividade.

Em um sistema Atividade, sua comunidade compartilha de múltiplos pontos de vista, perspectivas, tradições e interesses que são particulares de cada sujeito. Os integrantes dessa comunidade possuem suas próprias histórias, compartilham das histórias gravadas nos artefatos mediadores e de normas e convenções, ou seja, das regras. Na comunidade acontece a Divisão do Trabalho que cria diferentes posições para os participantes.

Ao colocar em discussão as relações de poder entre os integrantes do grupo no desenvolvimento de um projeto de Modelagem, localizo a discussão, principalmente, no componente Divisão do Trabalho. Para Cassandre e Pereira-Queiroz (2014), a Divisão do Trabalho é “a divisão de tarefas entre os sujeitos, as relações hierárquicas existentes, os arrolamentos de poder e submissão pertinentes ao grupo, além dos conflitos, manifestações de resistência, de *status* e outros” (p. 483). Para esses autores, a Divisão do Trabalho existe intrínseca ao sistema Atividade e também entre sistemas Atividade.

Ao desenvolver a discussão presente nesta seção, meu propósito foi destacar os elementos que explicitam a possibilidade de constituição de ambientes de aprendizagem de Modelagem consonantes à abordagem teórica da EMC, tendo como centralidade a liberdade dos estudantes escolherem o que desejam investigar, e apresentar os elementos teóricos que me possibilitam analisar por meio da TA como a escolha do tema pelos estudantes geram implicações nas relações de poder entre os integrantes de um grupo no desenvolvimento de um ambiente de aprendizagem de Modelagem.

Descrição do projeto de Modelagem, sujeitos e contexto do estudo

O desenvolvimento do projeto de Modelagem aconteceu entre os meses de março e maio de 2015. O contexto do estudo foi 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 que se organizaram em quatro grupos para o desenvolvimento do projeto de Modelagem. Neste artigo, foco a discussão em um grupo composto por sete estudantes.

Nesse período, os grupos se reuniam nos momentos das aulas de matemática destinadas ao desenvolvimento dos projetos de Modelagem, quando eram orientados pela professora e pela pesquisadora (forma como me apresentei aos estudantes). Além disso, cada grupo poderia agendar outros momentos comigo e criar um grupo no *WhatsApp*, atendendo uma sugestão da professora, utilizado para a comunicação no desenvolvimento do projeto de Modelagem:

Gente, deixa a gente falar uma coisa aqui. A gente sabe que vocês estão na era da tecnologia. Então, muitas coisas que vocês fazem é por Facebook ou por WhatsApp, não é? [...]. Então, a gente queria ver se cada grupo cria um grupo no WhatsApp [...]. (PROFESSORA, 30-03-2015, ambiente de aprendizagem de Modelagem)

Os encontros presenciais aconteceram nos espaços da sala de aula e do laboratório de informática. O primeiro encontro foi destinado para a apresentação da proposta do desenvolvimento dos projetos, para a organização dos grupos e para a definição do tema e do problema por cada grupo e o último encontro foi destinado para a apresentação oral dos projetos pelos grupos. No dia das apresentações, cada grupo entregou um relatório escrito. Em relação aos momentos de encontro do grupo que discuto neste artigo, apresento-os a tabela abaixo:

Figura 2 - Momentos para o desenvolvimento do projeto de Modelagem

Data	Tempo da aula de Matemática	Reunião individual com a pesquisadora	Encontro no WhatsApp	Local	Tempo de duração
30/03/2015	X			Sala de aula	2 aulas (100 minutos)
07/04/2015	X			Sala de aula e laboratório de informática	1 aula (50 minutos)
13/04/2015		X		Sala de aula	Aproximadamente 1 hora
14/04/2015	X			Laboratório de informática	2 aulas (100 minutos)
27/04/2015		X		Sala de aula	Aproximadamente 40 minutos
28/04/2015	X			Laboratório de informática	1 aula (50 minutos)
01/05/2015 e 02/05/2015			X		
04/05/2015	X			Sala de aula	Entre 10 e 15 minutos para a apresentação de cada grupo

Fonte: Produzida pela autora

Para iniciar o desenvolvimento dos projetos, juntamente com a professora, elaboramos um texto, cujo objetivo foi apresentar aos estudantes entendimentos sobre a Modelagem, especificamente o que estavam propondo que eles desenvolvessem. Nesse texto, tinha um entendimento sobre Modelagem na Educação Matemática (BARBOSA, 2007) e um exemplo de uma atividade já discutida na literatura da área (ARAÚJO; FREITAS; SILVA, 2011).

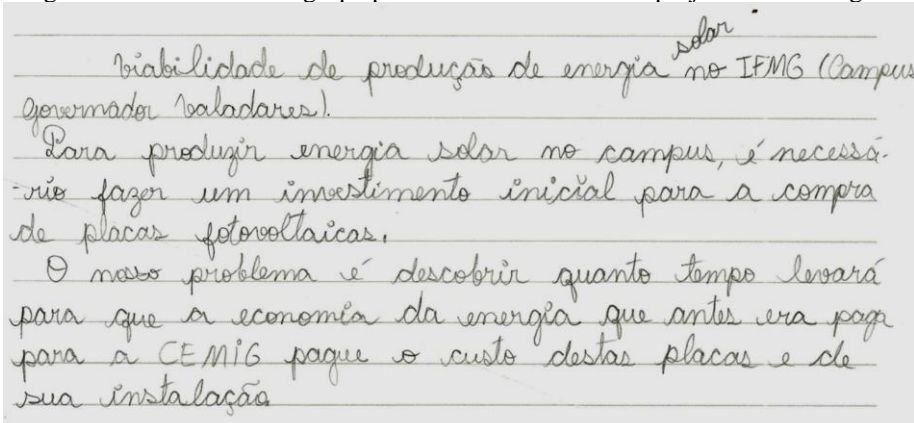
No primeiro momento, destinado ao desenvolvimento do ambiente de aprendizagem de Modelagem, após a leitura e discussão do texto, foi solicitado que os estudantes se organizassem em grupo e escolhessem um tema e um problema para o desenvolvimento do projeto de Modelagem, relacionados à especificidade do curso técnico em Meio Ambiente:

A gente queria que vocês pensassem em um problema que pode ser resolvido com a ajuda da Matemática. Então, vocês vão reunir e pensar um pouquinho, a gente vai dar um tempo para vocês discutirem para ver se têm alguma ideia [...]. Não vai começar fazer o trabalho hoje, hoje é só uma ideia do possível tema que vocês vão escolher. [...]. (PROFESSORA, 30-03-2015, ambiente de aprendizagem de Modelagem)

A partir deste momento do texto, focarei apenas em um grupo, cujos integrantes foram denominados com os seguintes pseudônimos: Adriana, Beatriz, Gabriela, Geovane, Laura, Nico e Renata⁴.

Gabriela sugeriu ao seu grupo que o tema do projeto de Modelagem fosse o mesmo do seu Trabalho de Conclusão de Curso (TCC), que estava sendo desenvolvido em dupla com Laura, outra integrante do grupo. Trata-se do tema “a implantação do sistema fotovoltaico no Instituto Federal de Minas Gerais, *Campus* de Governador Valadares”. Ao ser proposto esse tema, não foi perceptível a ocorrência de discordâncias entre os integrantes do grupo em relação a essa sugestão. Após as decisões, o grupo entregou o problema por escrito (Figura 3).

Figura 3 - Justificativa do grupo para a escolha do tema do projeto de Modelagem



Viabilidade de produção de energia solar no IFMG (Campus Governador Valadares).
Para produzir energia solar no campus, é necessário fazer um investimento inicial para a compra de placas fotovoltaicas.
O novo problema é descobrir quanto tempo levará para que a economia da energia que antes era paga para a CEMIG pague o custo destas placas e de sua instalação.

Fonte: Material escrito pelo grupo (04-05-2015)

⁴ Pseudônimos para preservar a identidade dos sujeitos.

Quadro 1 - Transcrição da justificativa do grupo para a escolha do tema do projeto de Modelagem

Viabilidade de produção de energia solar no IFMG (Campus Governador Valadares)

Para produzir energia solar no *campus*, é necessário fazer um investimento inicial para a compra de placas fotovoltaicas.

O nosso problema é descobrir quanto tempo levará para que a energia que antes era paga para a CEMIG pague o custo destas placas e de sua instalação.

Fonte: Produzida pela autora a partir da Figura 3

Para iniciar o desenvolvimento do projeto de Modelagem, o grupo assumiu um artigo como referência (SANTANA; ANDRADE, 2014), que foi indicado pelo orientador de Gabriela e Laura para o desenvolvimento do TCC, cujo título é “Dimensionamento e análise de viabilidade de um sistema fotovoltaico para o prédio de ensino de uma instituição pública em Governador Valadares⁵”, de autoria de uma estudante e de um professor de física da instituição⁶. Além do artigo, o grupo utilizou faturas mensais com informações sobre os valores que a instituição paga à CEMIG (Companhia Energética de Minas Gerais) e seu consumo de energia, que também foram disponibilizadas pelo orientador de Gabriela e Laura para o desenvolvimento do TCC. Essas informações foram confirmadas na entrevista que realizei com o grupo após o desenvolvimento do projeto de Modelagem:

Gabriela: A gente basicamente já sabia onde iria procurar esses dados. [...]

Laura: Então, o nosso, tipo os dados, [...], a gente pediu para o nosso orientador.

Ilaine: O orientador seu e dela [Gabriela e Laura].

Gabriela: Isso. Tipo, as contas de energia a gente não teve que ir lá procurar, ele já tinha entregado isso pra gente. O artigo, ele também já tinha entregado pra gente porque vai ser a base do nosso projeto. Então, esses dados a gente já tinha. Então, não ficou muito difícil de procurar eles.

(GRUPO, 04-05-2015, entrevista)

O grupo explicou como realizou os cálculos para chegar a solução matemática para o problema que propuseram:

A linha de raciocínio utilizada na resolução do problema foi a seguinte: nos preocupamos em obter o valor total gasto no projeto de instalação do sistema fotovoltaico, então buscamos esses dados em um artigo desenvolvido por Valcimar de Andrade e Fernanda Pereira, no qual tem todos os dados calculados. Nesse artigo tem o orçamento de três empresas diferentes, a

⁵ IFMG-GV.

⁶ O autor do artigo é professor de física e o orientador do TCC de Gabriela e Laura é outro professor de física da instituição.

solução para esses três dados diferentes foi fazer uma média dos valores criando uma quarta empresa. (RELATÓRIO DO GRUPO, maio de 2015)⁷

Segue abaixo uma tabela com os dados obtidos pelo grupo referente à empresa 4. Trata-se dos itens necessários para a instalação do sistema. Os valores correspondem à média dos valores das três empresas já apresentados no artigo consultado. Depois, na figura 4, a explicação do grupo sobre a solução obtida para o problema proposto.

Tabela 1- Orçamento construído pelo grupo para a instalação do sistema fotovoltaico no IFMG – *Campus* de Governador Valadares

Item	Empresa 4
Painel fotovoltaico	R\$ 136665,33
Inversor	R\$ 69621,33
Estrutura de fixação	R\$ 32033,69
Cabos e materiais elétricos	R\$ 27511,73
Mão de obra	R\$28868,66
Projeto de engenharia	R\$ 34207,3
Total	R\$ 328908,07

Fonte: Relatório do Grupo

Figura 4- Solução matemática apresentada pelo grupo

Como o objetivo do nosso projeto é saber em quanto tempo o valor gasto seria pago, foi obtido o valor gasto em energia elétrica no campus no ano de 2014. custo total de instalação foi simplesmente dividido pelo valor que seria gasto anualmente.

Valor pago para obtenção de energia (investimento)_ X anos
 Valor pago para obtenção de energia (pago à Cemig)_ 1 ano

$$\begin{array}{r} 328908,07 \text{ ___ } X \\ 126556,73 \text{ ___ } 1 \end{array}$$

$$X = 328908,07 / 126556,73$$

$$X = 2,6 \text{ anos}$$

Fonte: Imagem retirada da apresentação em *PowerPoint* do Grupo

Aspectos metodológicos

Os dados que serão apresentados na próxima seção são de natureza qualitativa (FLICK, 2009). Para o desenvolvimento da pesquisa (CAMPOS, 2018), que originou o presente artigo, realizei observações participantes (VIANNA, 2003) nos momentos destinados ao desenvolvimento do projeto de Modelagem e uma entrevista com o grupo (ROSA; ARNOLDI, 2006) após a apresentação do projeto para a turma.

Por ter participado do ambiente de aprendizagem de Modelagem, ao planejar juntamente com a professora e orientar os estudantes no seu desenvolvimento, apoiei-me em Vianna (2003) que defende que o observador pode até contribuir para que a situação a ser

⁷ Referência não explicitada para evitar identificação dos sujeitos.

pesquisada aconteça. De acordo com esse autor, “nesse tipo de observação, o observador é parte dos eventos que estão sendo pesquisados” (VIANNA, 2003, p. 50).

Além das observações, busquei compreender a partir da voz dos estudantes sobre suas próprias ações e as dos outros sujeitos no desenvolvimento do ambiente de aprendizagem de Modelagem. Tendo esse propósito, desenvolvi entrevistas semiestruturadas (ROSA; ARNOLDI, 2006). Nesse tipo de entrevista, “as questões seguem uma formulação flexível, e a sequência e as minúcias ficam por conta do discurso dos sujeitos e da dinâmica que acontece naturalmente” (ROSA; ARNOLDI, 2006, p. 31).

Além das observações e entrevista, fui adicionada pelos estudantes em um grupo criado no *WhatsApp* destinado à discussão do projeto de Modelagem do qual foram disponibilizadas as transcrições das conversas anexadas no relatório do grupo.

Apresentação dos dados e análise inicial

Para tecer a discussão proposta neste artigo, apresento os dados de quatro momentos, para entender as relações de poder que se constituíram no desenvolvimento do projeto de Modelagem a partir da escolha do tema pelo grupo.

Decisões do grupo a partir do artigo

No laboratório de informática, no dia 07-04-2015, estavam presentes os seguintes integrantes do grupo: Adriana, Beatriz, Gabriela, Geovane e Nico.

O grupo começou a ler o artigo referência e anotar as informações que seriam importantes para o desenvolvimento do projeto de Modelagem. Ao avançar na leitura, chegando na tabela 5 do artigo (figura 5), os estudantes perceberam que a mesma já apresentava os resultados que eles estavam propondo encontrar.

Figura 5 - Resultado 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. 7)

*Gabriela: Acho que aqui já está dando a resposta.
Beatriz: Dando a resposta que a gente queria [...].
Gabriela: Nosso trabalho está ferrado.*

Ao perceber que no artigo já existiam respostas para o problema proposto, o grupo passou a discutir como prosseguir com o projeto de Modelagem:

*Gabriela: Vamos pegar outros dados. [...] outro valor de placa.
Nico: Podemos pegar dados atualizados.
Gabriela: Vei, esses dados são desse ano, eu acho.
Nico: Não, os dados são de 2013.
Adriana: Verdade ué, a gente poderia procurar saber [...].
[...]
Gabriela: Vai dar a mesma coisa.
Beatriz: Vai dar a mesma coisa.
Adriana: Verdade, vai dar a mesma coisa. [...]
Gabriela: Vamos pegar outra coisa.
Adriana: Vamos pegar outra placa.*

Beatriz chamou a professora que se aproximou:

*Beatriz: [...], a gente está lendo aqui o artigo que o Valcimar mandou para ela [Gabriela], pelo que parece já tem a conta de quanto tempo vai demorar pra ...
Professora: Então, vocês vão ter que mudar esse problema, se ele já fez isso.
Gabriela: Se a gente quiser continuar com isso, uma coisa que a gente pode fazer é pegar outras placas.
Nico: Pegar os dados novos.
Gabriela: Pegar dados novos aonde Nico? [discordando do Nico].
Adriana: Calcular com outras placas.
[...]*

A professora enfatizou a liberdade do grupo para buscar outros caminhos:

Professora: Ok, vocês estão com a liberdade, [...], de repente a gente não vai conseguir resolver porque não temos os dados que precisamos, [...], não tem problema não.

A professora se afastou e o grupo continuou discutindo:

*Gabriela: Mas, então, o que a gente vai fazer galera, vai pensar em outra coisa, ou vai mudar [...].
Adriana: Não, mudar o projeto não.
[...]
Beatriz: Vamos sei lá, pegar, não sei, pesquisar, igual o que ela está fazendo ali [aponta para a Adriana que estava pesquisando na internet].
Gabriela: Igual aqui, tem empresa 1, empresa 2, empresa 3, podemos criar uma empresa 4. [faz referência à tabela 5 do artigo]*

Nesse momento, os integrantes do grupo se depararam com a dúvida sobre se seria coerente ou não manter a proposta inicial do projeto de Modelagem. A professora, que a

meu ver, buscava constituir o ambiente de aprendizagem de Modelagem segundo a EMC (ARAÚJO, 2009b; BARBOSA, 2003), esclareceu sobre a liberdade de decisão dos estudantes e a expectativa de que eles não reproduzissem um problema já resolvido por outras pessoas. Gabriela, que também realizava seu TCC com o mesmo tema, não atendeu à sugestão da professora sobre a possibilidade de mudança na proposta inicial do projeto de Modelagem e não concordou com as ideias do Nico que sugeria buscar dados em outras fontes que não fosse o artigo. As ações da Gabriela tiveram como direção manter a proposta inicial do projeto que convergia com o seu TCC. Adriana concordou explicitamente em dar continuidade à ideia inicial, fortalecendo a opinião defendida pela Gabriela. Por fim, esta estudante teve a ideia de criar a empresa 4, mantendo o artigo como referência para o desenvolvimento do projeto de Modelagem.

A ideia de criar a empresa 4, na minha interpretação, apoiada em Cassandre e Pereira-Queirol (2014), é uma manifestação de resistência por parte da estudante Gabriela tendo em vista manter seu *status* e fazer prevalecer sua proposta para o desenvolvimento do projeto de Modelagem.

O artigo, o autor, o orientador do TCC e as decisões do grupo

Para a continuidade do projeto, no dia 13-04-2015, o grupo se reuniu comigo no espaço da sala de aula. Neste encontro, estavam presentes os seguintes integrantes do grupo: Adriana, Beatriz, Gabriela, Laura, Roberta e Nico. Em particular, o momento descrito abaixo aconteceu antes da chegada da Gabriela.

Para iniciar a discussão, Laura tentava acessar o artigo no seu *tablet*, mas não estava conseguindo. Beatriz, por sua vez, demonstrou preocupação quanto a continuidade do trabalho naquele dia:

Beatriz: A gente precisava dos dados para fazer os cálculos, é coisa rápida, é coisa de quinze minutos.

Ilaine: Qual é o problema?

Beatriz: O problema é que os dados para fazer o negócio estão em um artigo [...].

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, ele calculou a energia de todos [...].

Adriana: Mas esqueceu de olhar, a gente vai trocar de placa. A gente esqueceu de olhar o valor da placa.

Laura: Trocar de placa? [pediu explicações para a Adriana]

Adriana: É, para não ficar igual ao do Valcimar.

Adriana e Beatriz explicaram as decisões do grupo para Laura. Na sequência, questionei sobre o problema que o grupo estava propondo investigar:

Ilaine: Qual o problema que vocês vão investigar?

Beatriz: É o da placa solar, de quanto tempo vai demorar.

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.

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, Laura não conseguia acessar o artigo.

Beatriz: Aqui, vai ser melhor a gente deixar para fazer isso outro dia então.

Beatriz retoma a ideia da quarta empresa:

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.

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.

[...]

Ilaine: Agora, todo material precisaria ser comprado em uma empresa ou precisaria [...].

Laura: O caso é que o problema ... teria que ter primeiro um convênio com uma empresa e para o campus fazer convênio com várias empresas [...].

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

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

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

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

Beatriz: Oh gente, vamos resolver o que vamos fazer para terminar logo.

A opção por dar continuidade à proposta inicial do projeto de Modelagem impôs ao grupo a necessidade de estabelecer diferenças entre este e o artigo. Além disso, os questionamentos e as ideias emergentes na discussão são analisados a partir do que já foi apresentado no artigo e de como o orientador do TCC de Gabriela e Laura os avaliariam. Considero, portanto, que nessas condições, a relação entre o projeto de Modelagem e o TCC de Gabriela e Laura limitou a liberdade que é dada aos estudantes quanto às decisões que poderiam ser tomadas em relação ao desenvolvimento do projeto de Modelagem. A

preocupação em diferenciar as duas Atividades definiram, de algum modo, as ações que poderiam ser realizadas para o desenvolvimento do projeto de Modelagem.

Nesse momento, é importante observar que, entre os integrantes presentes, Laura foi quem decidiu sobre a validade ou não dos argumentos apresentados pelo grupo, devido a sua relação com seu TCC. Portanto, considero que a relação entre as duas Atividades definiu, previamente, *status* entre os integrantes do grupo.

No dia 14-04-2015, dando continuidade ao desenvolvimento do projeto de Modelagem, no tempo da aula de matemática, o grupo se reuniu no laboratório de informática. Neste encontro, estavam presentes os seguintes integrantes do grupo: Beatriz, Gabriela, Geovane, Laura, Roberta e Nico.

Depois de algum tempo já reunidos no laboratório de informática, questionei o grupo sobre o desenvolvimento do projeto:

Ilaine: Me contem em qual momento vocês estão no projeto?

Laura: Têm três resoluções para o nosso problema, a gente está tentando entender qual é a certa.

Ilaine: Quais são as três?

Beatriz: Uma longa história, uma longa história ...

Beatriz pegou uma folha com as anotações e começou a explicar. Depois, questionei o grupo sobre quais as decisões a partir das soluções encontradas:

Ilaine: E no próximo encontro qual desses três modelos vocês vão dar prioridade ou utilizar os três?

Gabriela: O que o Valcimar falar que está certo.

Ilaine: Esse artigo para vocês tem tanta validade assim?

O grupo confirmou que sim e demonstrou grande confiança na avaliação do professor, autor do artigo. Na sequência da discussão, mais uma vez, o grupo voltou a falar da importância da opinião do autor do artigo:

Ilaine: Então, vocês vão procurar o Valcimar com dois propósitos: que ele esclareça os significados das siglas e que venha validar os modelos que vocês fizeram. [...] Qual o propósito que vocês vão procurar o Valcimar?

Laura: Eu estava pensando em perguntar para ele qual é o modelo que ele usou.

Ilaine: E vocês acham mesmo que tem um modelo correto?

Nico: Tem um mais econômico.

[...]

Gabriela: É porque precisa. É isso que eu estou falando, perguntar para ele o que é relevante para o cálculo [...].

No decorrer dos dias que os estudantes estavam desenvolvendo o projeto de Modelagem, não tiveram a oportunidade de se reunir com o autor do artigo, para obter tais informações e sua opinião acerca do que estavam fazendo.

O fato de terem chegado a três soluções diferentes, fortaleceu a necessidade do grupo de buscar validar uma das soluções a partir da voz do autor do artigo, não somente para esclarecer o que estava escrito no artigo, mas também para validar as escolhas do grupo. Portanto, ter assumido o artigo como referência para o desenvolvimento do projeto de Modelagem levou os estudantes a considerar a importância e necessidade de chegar a uma solução coerente do ponto de vista do autor do artigo, limitando a liberdade dada aos estudantes no desenvolvimento do projeto de Modelagem.

De certo modo, ao mostrar certa dependência da opinião do autor do artigo, os estudantes estavam invertendo a proposta do ambiente de aprendizagem de Modelagem, dos estudantes atuarem no centro da ação pedagógica a partir da ideia de convite (SKOVSMOSE, 2000). Eles solicitaram uma validação, por parte de um professor, do conhecimento produzido por eles. Isso explicita relações de poder entre estudantes e professor já preestabelecidas nos contextos escolares. Além disso, a necessidade de ter a validação do professor é fortalecida, principalmente, por Gabriela e Laura, as estudantes que tinham *status* diferenciados devido à relação dela com o tema a partir do TCC.

A solução atendendo às expectativas do TCC

Nas mensagens no grupo do *WhatsApp*, fica evidente que prevaleceu a solução validada pela Gabriela, uma das estudantes que estava desenvolvendo o TCC com o mesmo tema do projeto de Modelagem. Ao mesmo tempo, Gabriela buscou estabelecer diferenças entre o seu TCC e o projeto de Modelagem a partir dos títulos deles:

Gabriela: Gente, meu resultado deu diferente do de Geovane, a gente está fazendo novamente. Então, vamos demorar um pouco.

Beatriz: Ok. O título do trabalho é Modelagem Matemática?

Gabriela: Coloca isso como subtítulo do trabalho.

Beatriz: Viabilidade de implantação das placas fotovoltaicas.

Gabriela: Cálculo do retorno do tempo monetário do investimento necessário para a implantação do sistema fotovoltaico.

Gabriela: Viabilidade é o meu TCC.

Beatriz: Beleza.

Depois de calcular, Gabriela compartilhou o resultado com o grupo:

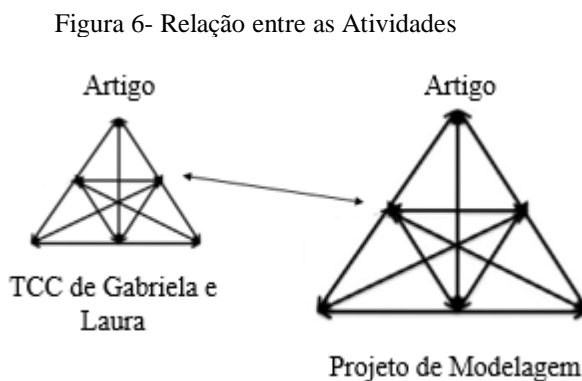
Gabriela: Gente, deu só dois anos e seis meses. Se for só isso, eles não vão pensar nem duas vezes para colocar. Se for só isso, meu TCC está lindo.

Nessas mensagens, foi possível evidenciar como Gabriela criou condições para que o projeto de Modelagem fornecesse informações profícuas para o seu TCC e, ao mesmo tempo, apresentou preocupação em diferenciar as duas Atividades. É possível, portanto,

destacar a subordinação do projeto de Modelagem em relação ao TCC de Gabriela e Laura. Essa subordinação evidencia uma hierarquia (CASSANDRE; PEREIRA-QUEIROL, 2014), pois as estudantes, Gabriela e Laura, foram mais favorecidas no desenvolvimento do projeto se considerar que obtiveram resultados pertinentes ao TCC desenvolvido por elas.

Discussão e considerações finais

A escolha do tema teve como consequência a adoção de um artigo como referência para o desenvolvimento do projeto de Modelagem, mesma referência adotada no TCC de duas integrantes do grupo. Foram estabelecidas, então, relações entre o desenvolvimento do projeto de Modelagem com outra Atividade, a produção do TCC dessas estudantes (figura 6).



Fonte: Produzida pela autora

Essa relação envolveu, mesmo que de forma indireta, outros integrantes da equipe escolar, principalmente o professor que era o orientador do TCC e o professor que é o autor do artigo. Além disso, o desenvolvimento do projeto de Modelagem estava, ao mesmo tempo, sendo influenciado e influenciando o TCC.

A escolha do tema já fez prevalecer relações desiguais entre os integrantes do grupo, pois Gabriela e Laura tinham *status* diferentes dos demais por estarem atuando nas duas Atividades. Mais que isso, a relação estabelecida entre essas Atividades favorecia a Gabriela e Laura terem mais poder que os demais integrantes, como pode ser entendido nos trechos da entrevista que seguem abaixo:

[...] como é o trabalho da Gabriela, foi um consenso, ela e a Laura porque é o trabalho delas, elas já estão pesquisando, se elas não soubessem... (NICO, 04-05-2015, entrevista em grupo)

Se tinha alguém para saber sobre a energia solar era a Gabriela e a Laura. (BEATRIZ, 04-05-2015, entrevista em grupo)

Obter a maioria dos dados que a gente já tinha. Então, não precisava ficar procurando entre as empresas e entre os sites, a gente ia direto neles e algumas perguntas da conta de energia a gente já sabia responder esse tipo de coisa. [...]. Então, essas coisas que geram mais dúvidas a gente já sabia por que a gente já estava mexendo com isso há mais tempo que o resto do pessoal. (GABRIELA, 04-05-2015, entrevista em grupo)

É porque o resto do pessoal não tinha muita ideia, não sabia nem o que era energia fotovoltaica. (GABRIELA, 04-05-2015, entrevista em grupo)

Apoiada em Cassandre e Pereira-Queiroz (2014), que esclarecem que, na Divisão do Trabalho, existem submissões pertinentes ao grupo, considero que o *status* da Gabriela, favoreceu que ela conduzisse o desenvolvimento do projeto de Modelagem de maneira a apresentar respostas para seu TCC. Isso potencializou exclusões de ideias que poderiam divergir desse propósito e gerou, conseqüentemente, submissões entre os integrantes do grupo no desenrolar do desenvolvimento do projeto de Modelagem.

A partir dessa discussão, é possível afirmar que a escolha do tema em uma atividade de Modelagem pode favorecer constituir diferentes *status* entre os integrantes do grupo. Mais que isso, a relação com o tema pode se configurar como ter mais ou menos poder entre os integrantes do grupo.

Com o olhar voltado para a abordagem teórica da EMC, que tem como preocupação discutir como a Educação Matemática gera inclusões e exclusões dos sujeitos em uma micro sociedade de uma sala de aula (SKOVSMOSE, 2001, 2007) e também propõe a busca por possibilidades para a construção de relações democráticas em sala de aula, é importante problematizar sobre como a liberdade da escolha do tema pode fazer prevalecer, reproduzir ou fortalecer as desigualdades já existentes e, também, criar novas formas de desigualdades em sala de aula.

Considero que ao buscar desenvolver um ambiente de aprendizagem de Modelagem consonante à abordagem teórica da EMC, é necessário dar liberdade aos estudantes para a escolherem o tema e, também, é importante buscar problematizar sobre as escolhas para favorecer a participação dos estudantes com menores distâncias hierárquicas entre eles.

Diante da discussão presente neste artigo, para finalizar, destaco que é importante entender o que acontece quando propomos o desenvolvimento de um ambiente de aprendizagem de Modelagem segundo a abordagem teórica da EMC para que nossas

experiências apresentem efetiva consonância entre o que propomos e o que acontece a partir das ações dos sujeitos da Atividade.

Referências

ARAÚJO, Jussara de Loiola. Pesquisas sobre Modelagem em Eventos Científicos Recentes de Educação Matemática no Brasil. In: *Seminário internacional de pesquisa em educação matemática*, 4, 2009, Brasília, DF. Anais. Brasília: Universidade Católica de Brasília, 2009a. p. 1-19. 1 CD-ROM.

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, 2009b.

ARAÚJO, Jussara de Loiola; BARBOSA, Jonei Cerqueira. Face a Face com a Modelagem Matemática: como os alunos interpretam essa atividade? Rio Claro: *Bolema - Boletim de Educação Matemática*, v. 18, n. 23, p. 79-95, 2005.

ARAÚJO, Jussara de Loiola; FREITAS, Wanderley Sebastião de; SILVA, Alessandra Cristina da. Construção crítica de modelos matemáticos: Uma experiência na divisão de recursos financeiros. In: ALMEIDA, Lourdes Maria Werle de; ARAÚJO, Jussara de Loiola; BISOGNIN, Eleni (Orgs.). *Práticas de modelagem na educação matemática: Relatos de experiências e propostas pedagógicas*. Londrina: EDUEL, 2011. p. 141-158.

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.

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.

CAMPOS, Ilaine da Silva; ARAÚJO, Jussara de Loiola. Envolvimento dos Alunos em Atividades de Modelagem Matemática: relação com o saber e *possibilidades de ação*. Rio Claro: *Bolema - Boletim de Educação Matemática*, v. 29, n. 51, p. 167-182, ago. 2015.

CASANDRE, Marcio Pascoal; PEREIRA-QUEROL, Marco Antonio. O percurso dos princípios teórico-metodológicos Vygotskyanos: um olhar sobre o CRADLE. *Revista de Estudos Organizacionais e Sociedade*, 2, dezembro de 2014. 454-509.

CEOLIM, Amauri Jersi; CALDEIRA, Ademir Donizeti. Educação Matemática Crítica: aproximações da teoria de Skovsmose com concepções de modelagem de alguns

pesquisadores brasileiros. In: *Conferencia Nacional sobre Modelagem na Educação Matemática*, 2013, Santa Maria. Anais. Santa Maria: Editora do Centro Universitário Franciscano, 2013. v. 1. p. 1-11.

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

ENGESTRÖM, Yrjö. *Aprendizagem Expansiva*. Traduzido por Fernanda. Liberali. Título original: Learning by expanding. Campinas (SP): Pontes editores, 2016. 431p.

FLICK, Uwe. *Introdução à pesquisa qualitativa*. Tradução de Joice Elias Costa. 3 ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 405p.

HERMÍNIO, Maria Helena Garcia Barbosa; BORBA, Marcelo de Carvalho. A noção de interesse em projetos de modelagem matemática. *Educação Matemática Pesquisa*. v.12, n.1, p.111-127, 2010.

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: 13 jul. 2018.

OLIVEIRA, Andréia Maria Pereira de. *Modelagem Matemática e as tensões nos discursos dos professores*. 2010. 200f. Tese (Doutorado em Ensino, Filosofia e História das Ciências) – Universidade Federal da Bahia e Universidade Estadual de Feira de Santana, Salvador, 2010.

ROSA, Maria Virgínia de Figueiredo Pereira do Couto; ARNOLDI, Maria Aparecida Gonzalez Colombro. *A entrevista na pesquisa qualitativa: mecanismos para a validação dos resultados*. Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2006. 112 p.

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 Matemática Crítica: a questão da democracia*. Tradutores: Abgail Lins e Jussara de Loiola Araújo. Campinas: Papirus, 2001. p. 160.

SKOVSMOSE, Ole. *Educação crítica: incerteza, matemática, responsabilidade*. Tradução de Maria Aparecida Viggiani Bicudo. São Paulo: Cortez, 2007. p. 304.

STILLMAM, Gloria Ann; BLUM, Werner; BIEMBENGUT, Maria Salett. Cultural, Social, Cognitive and Research Influences on Mathematical Modelling Education In: STILLMAN, Gloria Ann; BLUM, Werner; BIEMBENGUT, Maria Salett (Ed.). *Mathematical Modelling in Education Research and Practice Mathematical Modelling: Cultural, Social and Cognitive Influences (ICTMA14)*. Springer International Publishing. 2015. p. 1-32.

VIANNA, Heraldo Marelim. *Pesquisa em Educação: a observação*. Brasília: Plano Editora, 2003. 108p. (Série Pesquisa em Educação V. 5).

Texto recebido: 13/07/2018

Texto aprovado: 22/02/2019