

Modelagem matemática e programação de computadores: uma possibilidade para a construção de conhecimento na educação básica

Mathematical modelling and computer programming: a possibility for the construction of knowledge in basic education

Modelación matemática y programación de computadoras: una posibilidad para la construcción del conocimiento en la enseñanza básica

Felipe José Rezende de Carvalho¹

Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF)

<https://orcid.org/0000-0003-2909-6723>

Tiago Emanuel Klüber²

Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE)

<https://orcid.org/0000-0003-0971-6016>

Resumo

A modelagem matemática é uma das tendências em educação matemática que valoriza, entre outras coisas, o percurso do aluno na resolução de atividades de cunho investigativo. Essas investigações, por vezes, são permeadas e mediadas pelas tecnologias digitais que tanto estão imbricadas em nosso cotidiano, ressignificando a dinâmica ocorrida durante as aulas, a relação aluno-professor e a interação com os colegas. Neste artigo, apresentamos os resultados de uma pesquisa de mestrado ocorrida em uma escola pública do interior de Minas Gerais, na qual propusemos a um grupo de estudantes do ensino médio uma atividade de modelagem matemática que deveria ser explorada e resolvida em um ambiente de programação de computadores. Essa atividade de modelagem foi proposta no intuito de auxiliar-nos a compreender a interrogação: O que se revela de uma tarefa de modelagem matemática, no ambiente de programação de computadores, desenvolvida por estudantes da educação básica? A partir de uma análise qualitativa dos vídeos das aulas, auxiliados pelo *software* Atlas.ti e assumindo uma postura fenomenológica, pudemos observar, dentre outras coisas, que a tarefa de modelagem matemática norteou o desenvolvimento do pensamento computacional em um

¹f.rezende44@gmail.com

²tiagokluber@gmail.com

ambiente dialógico, no qual o aprender-com-outro foi valorizado a partir da sinergia entre modelagem matemática e programação de computadores.

Palavras-chave: Modelagem matemática, Programação de computadores, Pensamento computacional.

Abstract

Mathematical modelling is one of the trends in mathematical education that values, among other things, the student's path in solving investigative activities. These investigations are sometimes permeated and mediated by digital technologies that are so interwoven in our daily lives, giving new meaning to the dynamics that occurred during classes, the student-teacher relationship, and the interaction with colleagues. In this article, we present the results of a master's research that took place in a public school in the interior of Minas Gerais, in which we proposed to a group of high school students a mathematical modelling activity that should be explored and solved in a computer programming environment. This modelling activity was proposed to help us understand the question: What is revealed by a mathematical modelling task, in the computer programming environment, developed by students of basic education? From a qualitative analysis of the videos of the classes, aided by the Atlas.ti software and assuming a phenomenological stance, we could observe, among other things, that the task of mathematical modelling guided the development of computational thinking in a dialogical environment, in which the learning-from-others was valued based on the synergy between mathematical modelling and computer programming.

Keywords: Mathematical modelling, Computer programming, Computational thinking.

Resumen

La modelación matemática es una de las tendencias en la educación matemática que valora, entre otras cosas, el camino del estudiante en la resolución de actividades de investigación. En ocasiones, estas investigaciones están permeadas y mediadas por tecnologías digitales que están tan entrelazadas en nuestra vida cotidiana, dando un nuevo significado a las dinámicas

que se dieron durante las clases, la relación alumno-profesor y la interacción con los compañeros. En este artículo presentamos los resultados de una investigación de maestría que se llevó a cabo en una escuela pública del interior de Minas Gerais, en la que propusimos a un grupo de estudiantes de secundaria una actividad de modelación matemática a ser explorada y resuelta en un ambiente de programación de computadoras. Esta actividad de modelación se propuso para ayudarnos a comprender la pregunta: ¿Qué revela una tarea de modelación matemática, en el entorno de programación de computadoras, desarrollada por estudiantes de educación básica? A partir de un análisis cualitativo de los videos de las clases, ayudado por el software Atlas.ti y asumiendo una postura fenomenológica, pudimos observar, entre otras cosas, que la tarea de modelación matemática guió el desarrollo del pensamiento computacional en un ambiente dialógico, en el que se valoró el aprender-con-otros con base en la sinergia entre la modelación matemática y la programación informática.

Palabras clave: Modelación matemática, Programación de computadoras, Pensamiento computacional.

Modelagem Matemática e Programação de Computadores: uma Possibilidade para a Construção de Conhecimento na Educação Básica

Estar em sala de aula diante de jovens se torna cada vez mais um desafio frente a tamanha diversidade e ludicidade que as tecnologias digitais, especialmente smartphones, podem proporcionar à maioria dos estudantes. Buscar meios para inovar a aula, valorizando o diálogo, de forma que os alunos possam ser protagonistas na construção de seu conhecimento, é defendido pelas tendências em Educação Matemática.

Dentre essas tendências, a Modelagem Matemática propõe o desenvolvimento de atividades investigativas, buscando, quase sempre, questões relacionadas ao cotidiano dos estudantes, de forma que, a partir da exploração dessas questões, sejam capazes de problematizá-las, debatê-las, valorizando discussões que transcendam a própria matemática, oportunizando o desenvolvimento da criticidade, além da construção de conceitos matemáticos (Almeida, Silva & Vertuan, 2016; Araújo & Lima, 2015; Borssoi & Almeida, 2015; Burak, 1987; 1992; 2004; Burak & Klüber, 2011; Canedo & Kisterman, 2015; Lorin & Almeida, 2015).

A utilização das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) como recurso pedagógico pode favorecer a exploração e experimentação por parte dos alunos de uma forma que só é possível quando esses recursos são utilizados. Assim, nossa pesquisa esteve dirigida à articulação dessas tendências, especificamente na resolução de uma tarefa de Modelagem Matemática no contexto de programação de computadores, buscando elucidar particularidades que esse trabalho conjunto pode trazer para o contexto educacional. Borba & Penteado (2012) apontam que o trabalho conjunto da Modelagem Matemática e as tecnologias digitais pode proporcionar a construção de conhecimentos.

Dessa forma, no intuito de problematizar e compreender a articulação entre essas tendências em Educação Matemática, elaboramos uma tarefa de Modelagem Matemática para que pudesse ser resolvida, por alunos do Ensino Médio, utilizando a programação de

computadores, interrogando-a: o que se revela de uma tarefa de Modelagem Matemática, no ambiente de programação de computadores, desenvolvida por estudantes da Educação Básica?

Essa tarefa de Modelagem Matemática foi proposta a estudantes do Ensino Médio de uma escola pública do interior do estado de Minas Gerais. Seu desenvolvimento se deu no âmbito de uma *Ágora* (minicurso de 10h que será detalhado adiante) e foi registrado por meio de vídeos capturados individualmente de cada equipe e em um contexto mais amplo, de toda a sala de aula. Auxiliados pelo *software* Atlas.ti, procedemos a análise desses vídeos assumindo uma postura fenomenológica, a qual detalhamos a seguir.

Postura fenomenológica

Destacamos, a priori, que ao desenvolvermos nossa pesquisa, priorizamos o qualitativo ao invés do quantitativo, entendendo que, por se tratar de um trabalho no contexto da educação, os detalhes observados seriam mais ricos do que aqueles possíveis pelo caráter quantitativo.

Conforme Alves (1991), as pessoas agem segundo suas crenças, possuem sentimentos e valores e, sendo assim, tais peculiaridades não se dão a conhecer de modo imediato, mas precisam ser desveladas. É nesse mesmo sentido que Garnica (1997, p. 111) aponta que uma pesquisa qualitativa consiste em “uma trajetória circular em torno do que se deseja compreender, não se preocupando única e/ou aprioristicamente com princípios, leis e generalizações, mas voltando o olhar à qualidade, aos elementos que sejam significativos para o observador-investigador.”

Dessa forma, ao voltarmos nossa atenção para a resolução de uma tarefa de Modelagem Matemática no contexto da programação de computadores, entendemos que pensar no qualitativo, no comportamento, expressões, manifestações e debates ocorridos nesse contexto seria mais rico e proveitoso para compreender nossa inquietação, desse modo,

deixamos claro que para o desenvolvimento de nossa pesquisa, optamos por trabalhar com uma pesquisa qualitativa, assumindo uma postura fenomenológica.

Destacamos, a partir das palavras de Bicudo (2013), a diferença nodal existente entre uma pesquisa de cunho qualitativo e aquela qualitativa com a postura fenomenológica.

O ponto que aproxima ambas está no qualitativo e em muitos recursos utilizados para investigar; está em muitos aspectos presentes na descrição da realidade, está no olhar em perspectiva. O que as diferencia é a pedra angular da Fenomenologia: a intencionalidade e a atitude dela decorrente que não é mais natural (Bicudo, 2013, pp. 120).

Para a fenomenologia, a intencionalidade é a “essência da consciência, ou seja, sua característica peculiar” (Bicudo, 2013, pp. 120). Dessa maneira, ao nos voltarmos a um objeto, nos dirigimos a ele com intencionalidade e enlaçamo-lo pela consciência.

Ao efetuar esse movimento de voltar-se para..., de estender-se a..., ela, a consciência, já enlaça o objeto de suas vivências e, com isso, esse objeto é sempre intencional. É nisso que se encontra o âmago da diferença entre a atitude natural e a atitude fenomenológica (Bicudo, 2013, pp. 121).

Como a atitude fenomenológica é sempre intencional e sustenta os modos de agir do ser, segundo Klüber & Burak (2008), assumimos que nos dirigimos aos modos de manifestação do fenômeno, voltando-nos àquilo que se mostra, ou seja, não estabelecemos categorias ou objetivos prévios, mas fomos norteados durante toda a pesquisa por nossa interrogação. Conforme Garnica (1997, p. 114), “fenômenos nunca são compreendidos sem que sejam inicialmente interrogados [...]. O questionamento põe-nos frente ao manifesto, em atitude de abertura ao que se mostra, na intenção de conhecer, própria da consciência”.

A partir da intenção de compreender uma tarefa de Modelagem Matemática no contexto de programação de computadores, é que nós voltamos a esse fenômeno, guiados pela interrogação: o que se revela de uma tarefa de Modelagem Matemática, no contexto de programação de computadores, desenvolvida por estudantes da Educação Básica? Esta nos

guiou durante a pesquisa, apontando procedimentos para a construção e análise dos dados, até convergir em suas interpretações.

A seguir apresentamos algumas concepções sobre a Modelagem Matemática e as tecnologias digitais, além da tarefa de modelagem que foi desenvolvida pelos alunos permitindo-nos construir os dados para essa pesquisa.

Modelagem Matemática, TDIC e o desenvolvimento da tarefa proposta

No âmbito da academia, há diversas concepções de Modelagem Matemática. Para Malheiros (2014, p. 2), a Modelagem Matemática

pode ser vista como caminho para o “fazer” Matemática em sala de aula, pois a partir de observações da realidade e de questionamentos, discussões e investigações, os estudantes escolhem um tema de seu interesse e, ao fazerem Modelagem, se deparam com problemas que podem modificar as ações na sala de aula, além da forma como se compreende o mundo.

Aproximando de sua concepção, Barbosa (2004, p. 75) diz que a Modelagem Matemática pode favorecer a construção de “um ambiente de aprendizagem no qual os alunos são convidados a problematizar e investigar, por meio da matemática, situações com referência na realidade”.

Almeida, Silva & Vertuan (2016, p. 17) afirmam que a Modelagem Matemática no contexto da Educação Matemática pode ser vista como uma “alternativa pedagógica na qual fazemos uma abordagem, por meio da Matemática, de uma situação-problema não essencialmente Matemática”. Já Dalla Vecchia (2012) vê a Modelagem como um processo dinâmico e também pedagógico para se construir um modelo matemático, ressaltando que esse problema vai se refazendo ao longo do processo, não sendo, portanto, acabado.

Independentemente de assumir uma concepção, observamos o que as aproximam em termos de ação pedagógica é a valorização do processo de investigação que se dá ao longo da resolução do problema proposto, a abertura dada ao estudante para fazer uma leitura crítica

de seu ambiente, oportunizando um debate de temáticas que transcendem a própria matemática.

Nessa direção, ao interrogarmos uma tarefa de Modelagem em um ambiente de programação de computadores, o processo de resolução se deu em imersão nas tecnologias digitais. Conforme destacam Borba & Penteado (2012, p. 46), “a sinergia é imensa entre uma proposta que enfatiza a pesquisa por parte dos alunos e uma mídia que facilita tal empreitada”.

Sobre essa sinergia entre a utilização dos computadores em investigações que envolvem a Modelagem Matemática, Araújo (2003, p. 2) afirma que “parece haver, então, uma incorporação natural, de computadores e/ou calculadoras, para a abordagem da situação real, quando se desenvolve algum trabalho de modelagem matemática”.

Ao propormos a resolução de uma tarefa de Modelagem Matemática no contexto de programação de computadores, assumimos a incorporação das tecnologias digitais para a resolução da tarefa de Modelagem, construindo o ambiente desejado para a produção dos dados dessa pesquisa.

A resolução da tarefa proposta se deu no contexto de uma *Ágora*. Trata-se de um minicurso oferecido no período contrário às aulas regulares na instituição em que se deu a coleta de dados. As *Ágoras* abordam temas transversais ou outros que os professores julgarem relevantes. Normalmente são oferecidas cerca de 20 *Ágoras* trimestralmente, e os estudantes têm a oportunidade de escolher em quais gostaria de participar de acordo com disponibilidade de vagas. Esses minicursos possuem carga horária de 10h concentradas em uma semana. Destaca-se que as *Ágoras* são consideradas como uma disciplina e os alunos precisam ter participação para que possam ser promovidos de ano escolar.

Conforme a regulamentação da escola, as *Ágoras*

a) São disciplinas de curta duração, oferecidas pelos professores, de caráter obrigatório, com discussões de temas transversais ou outros temas que julguem relevantes, utilizando metodologias alternativas.

- b) Cada aluno deverá fazer, obrigatoriamente, três Ágoras, uma por trimestre, durante o ano letivo, podendo fazer mais de uma, por trimestre, caso haja vaga. [...]
- d) A carga horária será de 2 aulas, por dia, durante uma semana, totalizando 10h/aulas. [...]
- f) As matrículas acontecerão no início de cada trimestre, por opção do aluno e de acordo com as vagas oferecidas.
- g) A avaliação da Ágora será feita por frequência, participação e/ou por trabalhos, sendo atribuídos os conceitos “A” apto, ou “I” inapto ao final de cada trimestre. [...]
- k) Ao final das Ágoras, os alunos serão certificados pela escola, desde que tenham o conceito A.
- l) Poderão ser matriculados de 10 a 20 alunos em cada Ágora.
(Agenda Escolar Cap João XXIII, 2017, pp. 29-30)

Nesse contexto oferecemos a Ágora intitulada “Introdução à programação de computadores com o *software* Scratch” contendo 12 vagas a serem preenchidas por alunos do Ensino Médio de qualquer série. Essa Ágora já havia sido oferecida em outros momentos e, por esse motivo, optamos por manter o nome, apresentando a tarefa de Modelagem Matemática, já no decorrer da Ágora, como um desafio que deveria ser transposto por meio da programação de computadores.

O desenvolvimento dessa Ágora aconteceu no laboratório de informática da escola. Nele, quatro computadores com webcam foram previamente configurados, sendo neles instalados o *software* de programação Scratch, o de gravação de movimentação da tela ScreenCastify, além de terem acesso livre a internet.

Nesse ambiente, o *software* Scratch e o acesso livre à internet foram utilizados pelos alunos para a resolução da tarefa proposta, já o ScreenCastify foi utilizado no intuito de gravar a tela do computador juntamente com a imagem da webcam, produzindo assim 24h de gravações que foram analisadas nessa pesquisa.

Na sequência apresentamos, resumidamente, o que aconteceu em cada um dos cinco encontros, permitindo ao leitor melhor compreensão do ambiente no qual se deu todo o trabalho.

Desenvolvimento da proposta: detalhamento dos encontros

Nesta subseção detalharemos cada um dos encontros, proporcionando ao leitor uma vivência de como se deu o ambiente da pesquisa. Ressaltamos que em alguns momentos iremos utilizar o termo “o pesquisador” (no singular) nos referindo ao primeiro autor do texto, visto que a condução dessa atividade foi feita apenas por ele em sala de aula.

Primeiro encontro: apresentamos aos alunos presentes naquele encontro (apenas oito que se dividiram em dois trios e uma dupla) o formato da *Ágora*, dizendo que se deparariam com um desafio que deveriam solucionar por meio da programação de computadores. Na sequência trouxemos à tona a temática geral desse desafio: o trânsito.

Debatemos essa temática nos apoiando em alguns vídeos, recortes de telejornais, nos quais eram apresentados o quão complexo é o trânsito, sincronização de semáforos etc. Após o debate inicial, lançamos o questionamento norteador de nossa tarefa de Modelagem: *Pensando na implementação de um semáforo no cruzamento entre as ruas X e Y da cidade de Juiz de Fora, com o auxílio do software Scratch, como podemos programá-lo levando em consideração o tempo necessário para a travessia de pedestres?*

A partir desse questionamento os alunos discutiram entre si e, auxiliados pelo recurso do Google maps, buscaram cruzamentos para desenvolverem o trabalho proposto. Após algum momento dessa discussão, indagamos os alunos sobre o conhecimento que possuíam de programação de computadores e se conheciam o *software* Scratch. Um dos alunos disse que já havia desenvolvido um site, mas não conhecia o Scratch; os demais não tinham nenhum conhecimento sobre.

Como praticamente a totalidade dos alunos não tinha familiaridade com programação de computadores, disponibilizamos o restante do tempo do primeiro encontro para que tivessem contato com os jogos *Blockly Games*³. São games desenvolvidos pela empresa

³ Disponível em <<https://blockly.games/>>. Acessado em 21 de jul. de 2020.

Google com objetivo de democratizar a programação de computadores. Por meio da montagem de blocos, no intuito de vencer desafios, os jogadores desenvolvem um conhecimento básico sobre a lógica de programação e a manipulação da programação visual.

O primeiro encontro foi finalizado tendo então os alunos uma noção básica sobre programação visual (montagem de blocos lógicos) e já tendo em mente o desafio (tarefa de Modelagem Matemática) que deveriam transpor utilizando o Scratch, o qual seria apresentado a eles no dia seguinte.

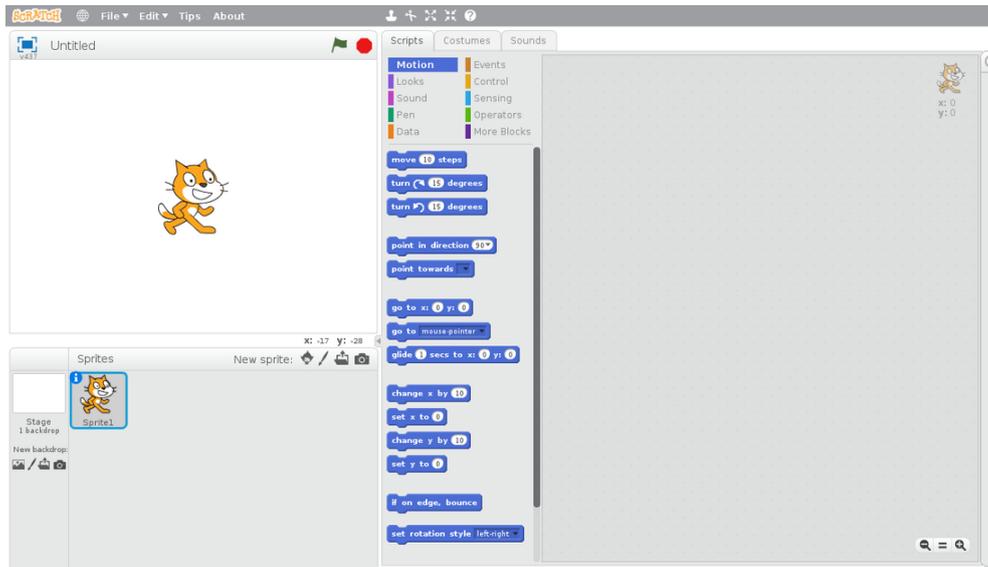
Segundo encontro: esse dia foi dedicado a conhecer o *software* Scratch que seria utilizado para resolver a tarefa de Modelagem Matemática. Como nesse encontro outros dois alunos, ausentes no primeiro, estiveram presentes, retomamos rapidamente as discussões do primeiro encontro e disponibilizamos dez minutos para que tivessem contato com os jogos Blockly Games.

Após esse momento, passamos a explorar o Scratch, que ilustramos na Figura 1, por meio de desafios que foram, gradativamente, se tornando mais complexos, até culminar na tarefa⁴ de Modelagem Matemática.

⁴Consideramos como tarefa não só a situação que desencadeou o processo investigativo, mas também seu processo de resolução.

Figura 1.

Tela inicial do Scratch – Versão 2 (os autores)

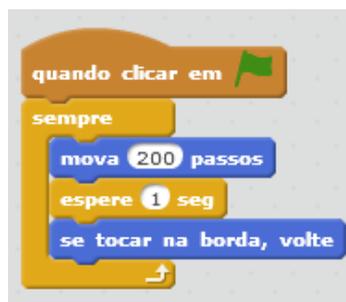


No lado esquerdo da figura podemos ver o palco (espaço branco com o gatinho). É ali que a animação ou história programada irá ser exibida. Já a parte central contém os códigos (blocos) de programação que deverão ser arrastados e montados do lado direito (parte cinza).

O primeiro desafio proposto era a construção de um programa que fizesse o gatinho simular uma caminhada. Na Figura 2 ilustramos a solução de uma das equipes.

Figura 2.

Código solução 2 de uma das equipes (Carvalho, 2018)



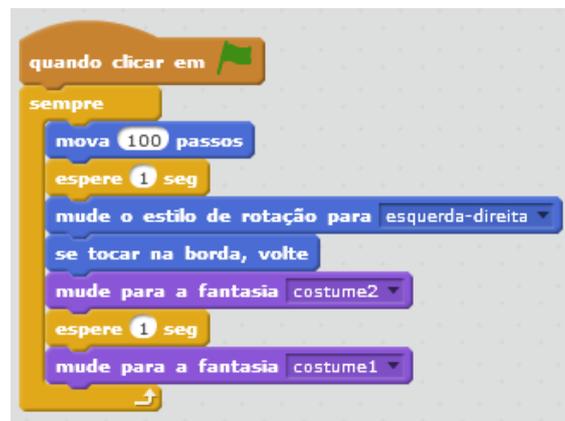
Com essa solução, o personagem gatinho ficava “flutuando/arrastando” na tela, além de retornar de cabeça para baixo. Tais questões foram levantadas pelos próprios alunos, o que ensejou um desafio complementar que seria solucionar tais “problemas”. Com isso, os alunos tiveram a oportunidade de conhecer os comandos de giro/rotação e de mudança de fantasia

(personagem em outra posição). Assim, fazendo o personagem mudar a “fantasia” a cada instante, ele simularia uma caminhada, além de ajustar seu giro para que não ficasse de cabeça para baixo.

Após várias discussões e debates, a maioria dos alunos solucionou tal questão, conforme ilustramos na Figura 3 os códigos de uma das equipes.

Figura 3.

Código que simula a caminhada do gatinho (Carvalho, 2018)



Além desses desafios, foi solicitado que os alunos criassem um programa que fosse capaz de calcular a média aritmética de valores inseridos pelo usuário. Esse desafio permitiu que conhecessem os operadores matemáticos do Scratch, além do conceito de variáveis em programação de computadores.

Todos esses desafios estão mais detalhados e ilustrados em Carvalho (2018), caso seja de interesse do leitor em conhecer o trabalho com mais riqueza de detalhes.

O segundo encontro foi finalizado tendo permitido aos participantes um primeiro contato com o Scratch por meio de pequenos desafios que os proporcionaram conhecer recursos do *software* que poderiam auxiliar no desenvolvimento da simulação do semáforo que aconteceria nos encontros subsequentes.

Terceiro e quarto encontros: esses dias foram dedicados exclusivamente à resolução do desafio do semáforo. As equipes retomaram as discussões feitas sobre possíveis cruzamentos a serem utilizados e partiram para a construção da simulação.

Cada equipe utilizou uma estratégia diferente para representar o cruzamento escolhido: uma delas optou por desenhar o cruzamento de forma idêntica ao verdadeiro, utilizando para isso o *software* de desenho Microsoft Paint e, ao mesmo tempo, visualizando no mapa o cruzamento original e procedendo a sua cópia; já outra equipe optou por desenhar um cruzamento de ruas simulado, apenas dando o nome das ruas do cruzamento real; as outras equipes optaram por capturar uma imagem do cruzamento a partir do Google Maps e utilizá-la como plano de fundo de suas simulações.

No que tange à programação dos semáforos, em sua maioria, os alunos utilizaram o recurso de mudança de fantasia já comentado aqui anteriormente. Eles criaram uma fantasia que ilustrava o sinal fechado (vermelho), uma que ilustrava o sinal em alerta (amarelo) e outra que o ilustrava aberto (verde). Conforme sua programação, eles alteravam as cores indicando a mudança do semáforo.

A Figura 4 ilustra um par de semáforos construído por uma das equipes. Conforme a programação feita, de acordo com o tempo por eles ajustado, as cores das luzes vão se alternando (mudando as fantasias dos objetos), simulando o semáforo⁵ no cruzamento das ruas por eles selecionado, apresentado na Figura 5.

Com algumas orientações e sugestões do pesquisador, todas as equipes conseguiram concluir seus projetos, algumas com mais riquezas de detalhes, outras menos, mas todos finalizaram os trabalhos e puderam apresentá-los no último encontro.

⁵O projeto em funcionamento pode ser acessado em <<https://scratch.mit.edu/projects/218109212/>>. Acessado em 24 de jul. de 2020.

Figura 4.

Par de semáforos criado por uma das equipes (Carvalho, 2018)

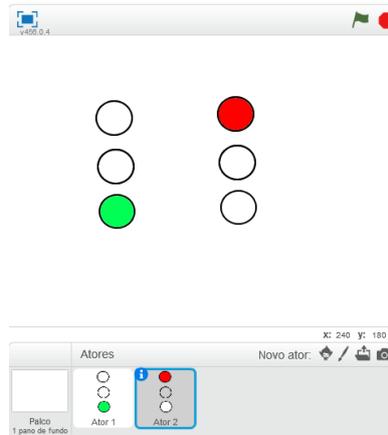
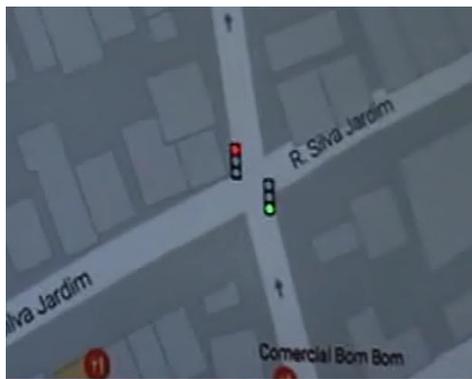


Figura 5.

Par de semáforos no cruzamento das ruas (Carvalho, 2018)



Quinto encontro: esse dia foi dedicado à apresentação dos trabalhos pelas equipes. Eles utilizaram uma TV disponível na sala em que se deu o desenvolvimento e apresentaram seu projeto destacando pontos que julgaram mais difíceis no desenvolvimento, além de apresentarem também os códigos dos programas por eles construídos. Todos os colegas puderam participar questionando sobre os projetos dos apresentadores, o que também foi feito pelo pesquisador.

Durante as apresentações dos trabalhos, os alunos expuseram os códigos e detalharam o que fizeram. Uma das equipes, ao apresentar, salientou a utilização do tempo de luz amarela do semáforo. Nesse momento, o pesquisador o interpelou sobre como havia chegado ao valor por ele utilizado, conforme ilustramos no diálogo transcrito a seguir:

Aluno 1: [...] o sinal amarelo estava aqui um segundo e meio. Aí o Felipe fez um questionamento para gente se dava tempo de quem acabou de começar a atravessar a rua terminar de atravessar, e tal. Aí, a gente pesquisou assim, nas intranets aí né, aí... a gente viu que uma pessoa anda cerca de 100 metros por minuto, aí a gente dividiu e deu... [aluno 2 o interrompe e complementa] (SIC – inserção nossa)

Aluno 2: aí a gente veio aqui na calculadora [o aluno abre a calculadora nesse momento] ... aí bota 100 dividido por 60... [...] 1,66 metros por segundo, assim... (SIC – inserção nossa)

Aluno 1: e a rua tem uma largura de 8 metros, aí... [...] 8 dividido por...demoraria cerca de 5 segundos para atravessar a rua, que é tempo que o sinal fica amarelo, que é o tempo suficiente para pessoa atravessar a rua. Aí é por isso que o amarelo, a gente teve que aumentar o tempo (SIC) (Carvalho, 2018, pp. 78)

Esses momentos de discussões e debates sobre os códigos aconteceram com todas as equipes durante as apresentações. As interpretações, não só dessas discussões, mas de todo o processo de desenvolvimento desse trabalho, serão aprofundadas na seção seguinte.

Um olhar para a tarefa de Modelagem Matemática

A Modelagem Matemática no contexto da Educação Matemática, como já dissemos anteriormente, valoriza o processo de construção de conhecimento, os debates que transcendem a própria matemática, o trabalho conjunto e cooperativo dos alunos, entre outros. Como uma maneira de deixar claro ao leitor porque nosso trabalho pode ser caracterizado como uma atividade desse tipo, não só a situação desencadeadora, mas também sua resolução, apresentamos a tabela síntese a seguir, que detalha os momentos de nossa tarefa com base na literatura de Modelagem Matemática.

Tabela 1.

Caracterização do trabalho enquanto atividade de Modelagem Matemática (Carvalho, 2018, pp. 81-82)

Característica da nossa tarefa de Modelagem / Resolução da tarefa	Literatura de Modelagem Matemática
Tema a ser investigado (trânsito) foi disparado pelo professor e as demais informações, quantitativas e qualitativas necessárias à investigação, foram levantadas pelos estudantes por meio de pesquisas e discussões.	Barbosa (2001, p. 39) caracteriza tarefas de Modelagem Matemática em três casos. Nossa investigação se aproxima do caso 2 em que “o professor traz para a sala de aula um problema não-matemático [...]. Os alunos devem coletar as informações qualitativas e quantitativas necessárias para resolver o problema; ao professor coube formular e apresentar o problema”.
A temática geral da tarefa (trânsito) e a simulação de um semáforo em um cruzamento de ruas selecionado pelos alunos apontam a relação com o cotidiano/realidade, visto que todos estudaram cruzamentos pelos quais transitavam diariamente.	A Modelagem Matemática no contexto da Educação Matemática aborda temas, não necessariamente matemáticos, que se relacionem com a realidade (Almeida, Silva & Vertuan, 2016; Araújo, 2003, 2009; Barbosa, 2001a; Bassanezi, 2002; Biembengut, 2009; Burak, 1992, 2004; Caldeira, 2009; Malheiros, 2011; Orey & Rosa, 2007; Silva & Kato, 2012).
Os alunos trabalharam em grupos para o desenvolvimento da tarefa de Modelagem Matemática.	A investigação em grupo possibilita mais discussões entre os estudantes, proporcionando que apresentem seus pontos de vista e opiniões sobre a temática em debate (Almeida, Silva & Vertuan, 2016; Araújo, 2009; Barbosa, 2001a; Bassanezi, 2002; Burak, 2004; Caldeira, 2009; Malheiros, 2011; Orey & Rosa, 2007).
Durante a tarefa, sempre que os estudantes tinham dúvidas sobre a pesquisa e/ou desenvolvimento do trabalho, o professor/pesquisador atuou enquanto um mediador, incentivando os alunos a pesquisarem na internet sobre suas dúvidas, debaterem com os colegas, questionando-os sobre o trabalho.	No contexto da Modelagem Matemática o papel central do processo de ensino e aprendizagem sai do professor para o aluno, ou seja, nesse meio o professor se torna mediador do processo, enquanto os alunos se tornam ativos na construção do seu conhecimento (Almeida & Silva, 2010; Almeida, Silva & Vertuan, 2016; Barbosa, 2001; Burak, 1992, 2010; Malheiros, 2004, 2008;)
Os alunos, por meio do <i>software</i> de programação Scratch, criaram uma representação (modelo) para a situação inicial proposta.	O processo de investigação matemática não necessariamente exige a construção de um modelo matemático (Barbosa, 2001). Considera-se que a representação da situação em estudo, não necessariamente matemática, constitui-se um modelo (Burak, 1992; Klüber, 2007), mesmo que essa representação seja computacional (códigos de um programa) (Dalla Vecchia & Maltempi, 2014).
Aspecto investigativo vivenciado, não só pelos alunos, mas também pelos professores, durante todo o processo de resolução da tarefa de Modelagem proposta por meio de uma questão que possibilitava diferentes modos de resolução.	Em aulas com Modelagem Matemática, tanto professor quanto alunos migram de situações expositivas para outras que são essencialmente investigativas (Almeida & Vertuan, 2014).

Olhando para todo o processo de desenvolvimento da atividade proposta, por meio das 24h de vídeos produzidas, no intuito perquirir e avançar na compreensão da tarefa de

Modelagem Matemática no ambiente de programação de computadores, destacamos as unidades de significados que

são recortes julgados significativos pelo pesquisador, dentre os vários pontos aos quais a descrição pode levá-lo. Para que as unidades significativas possam ser recortadas, o pesquisador lê os depoimentos à luz de sua interrogação, por meio da qual pretende ver o fenômeno, que é olhado de uma dentre as várias perspectivas possíveis (Garnica, pp. 116-117).

Ressaltamos, entretanto, que em nossa pesquisa não fizemos as transcrições dos vídeos, por isso não lemos, mas assistimos aos vídeos, repetidas vezes, observando os detalhes que se mostraram relevantes à compreensão do questionado. Esse processo se constituiu numa inovação metodológica, do ponto de vista dos instrumentos de análise no âmbito de pesquisas em Modelagem Matemática, uma vez que, apesar de serem desenvolvidas pesquisas com análise de vídeos em outros contextos, as realizamos sob uma atitude fenomenológica, com *software* de análise. Sendo assim, podemos afirmar que é o primeiro trabalho no âmbito da Educação Matemática, mais especificamente em Modelagem Matemática, a articular análise de vídeos de interações de estudantes, sob uma visão fenomenológica, com *software*.

Esses destaques de trechos relevantes resultaram em 693 unidades de significado, que foram lidas e relidas de forma atenta, de modo que, a partir de convergências de sentido, emergiram quatro categorias que se constituíram em núcleos de ideias que dizem sobre todas as unidades de significado que as compõem.

Essas quatro categorias foram intituladas como: C1: Sobre os debates, discussões e falas entre alunos e entre alunos e professores no desenvolvimento da tarefa; C2: Sobre as ações dos alunos no contexto da tarefa de Modelagem; C3: Sobre as relações com a matemática escolar que emergiram no desenvolvimento da tarefa de Modelagem; C4: Sobre os modos que os alunos viram o projeto.

Na seção seguinte traremos uma compreensão sobre as categorias abertas, apresentando o que de mais relevante se mostrou a nós no desenvolvimento da tarefa de

Modelagem Matemática no ambiente de programação de computadores, procurando de alguma maneira tecer a compreensão que tivemos sobre o questionamento levantado por esta pesquisa.

O que a tarefa de Modelagem nos revelou

A seguir traremos à tona alguns dos principais pontos que se revelaram de cada uma das categorias abertas.

C1: Sobre os debates, discussões e falas entre alunos e entre alunos e professores no desenvolvimento da tarefa

Dentre os vários aspectos dessa categoria que nos chamaram atenção, aquele que se mostrou mais relevante, foi a abertura que o trabalho conjunto da programação de computadores com a Modelagem Matemática possibilitou para aprender-com-outro.

As características da tarefa de Modelagem no contexto da programação de computadores possibilitaram a construção de um ambiente dialógico no qual as discussões, seja com os colegas ou com os professores, permitiram debates que transcenderam aquele contexto estudado, fomentando discussões e reflexões mais amplas, baseadas na situação local estudada.

Na transcrição abaixo, ilustramos uma passagem na qual dois alunos dialogam sobre um cruzamento de ruas. Esse diálogo aconteceu durante a apresentação do trabalho de uma das equipes e um dos colegas que assistia a apresentação participou a partir da discussão que apresentamos a seguir:

Aluno 1: “O... cruzamento ali do Manoel Honório que aquela, em frente aquela... aquela... aquela ponte, direto no... no Manoel Honório ali. Nossa, aquilo ali é danado pra dar acidente. Aí tem uma rua assim, e vem uma aqui assim.”

Aluno 2: “Nossa Senhora!”

Aluno 1: “Sinal muito mó mal feito, porque, às vezes libera aqui, o outro que tá vindo aqui não vê [estalo feito com as mãos]”

Aluno 2: “Bate!”

Aluno 1: “O ônibus ali adora botar uns carros pra dentro do rio!” (Carvalho, 2018, pp.88)

Aluno 1 representa o colega que estava assistindo a apresentação e interrompe a fala (do aluno 2) para participar. A partir desse trecho podemos observar que o desenvolvimento da tarefa de Modelagem em sala de aula possibilitou uma conexão com algo vivido pelos alunos, fazendo com que discutissem sobre o que ocorre em um determinado local daquela cidade.

A partir dessa discussão ilustrada, e de muitas outras que também aconteceram ao longo do processo, afirmamos que a possibilidade de programar em conjunto foi favorecida pela tarefa de Modelagem, indo de encontro com a ideia de que a programação é uma ação individual e muitas vezes solitária.

C2: Sobre as ações dos alunos no contexto da tarefa de Modelagem

Destacamos, inicialmente, que as ações ocorridas no contexto proposto foram desencadeadas pela própria tarefa de Modelagem. Essa categoria revela um constante ir e vir dos alunos nos códigos de programação, indicando que eles, o tempo todo, faziam ajustes nos códigos dos programas, executavam para verificar o resultado e ajustavam, refazendo todo o ciclo.

Essas ações se aproximam daquilo que Valente (2005) chamou de espiral de aprendizagem. Segundo sua teoria, no contexto de programação de computadores, os alunos descrevem por meio do código de programação suas ideias que são executadas pelo computador. Com o retorno dado logo após a execução, verificam e fazem ajustes (depuração) no programa, até que consigam chegar ao resultado desejado.

Tal fato revela que a tarefa de Modelagem Matemática no contexto de programação de computadores parece ter ensejado nos alunos uma autoavaliação, visto que nesse contexto eles mesmos faziam as correções que julgavam necessárias, até que chegassem ao resultado desejado. Isso nos revela que nesse contexto o erro recebe uma conotação diferente daquela dada na sala de aula tradicional. Na tarefa proposta, os alunos o enxergam como um obstáculo

a ser transposto, um desafio a ser superado, e não como algo negativo como normalmente acontece no contexto de ensino tradicional.

Na transcrição a seguir, dois alunos da mesma equipe estão jogando o Blockly Games e se surpreendem ao verificarem um erro em sua programação, mas logo refletem sobre o provável motivo da falha e já fazem o ajuste para avançar.

Aluno 1: “Ué”

Aluno 2: “Ué. Deve ter sido... ah, que tem que virar à esquerda”

(Carvalho, 2018, p. 97)

Já nesse trecho, os alunos estão trabalhando na construção da simulação dos semáforos, porém, ao executarem o programa, verificam que há um problema de sincronia dos semáforos e logo percebem que precisam aumentar o tempo de espera de um deles para que funcione como desejam.

Aluno 1: “Muda de cor... isso. Muda de cor... Muda de cor de novo... Mais uma vez... Pronto!”

Aluno 2: “Esse daqui tem que esperar um cadim mais”

(Carvalho, 2018, p. 97)

Em ambas as passagens observamos que o erro surgido ensejou uma reflexão e mudança nos códigos de programação para que pudessem alcançar o resultado desejado.

C3: Sobre as relações com a matemática escolar que emergiram no desenvolvimento da tarefa de Modelagem

A matemática escolar tradicionalmente trabalhada em sala de aula emergiu em menor medida ao longo da tarefa de Modelagem proposta. Tal fato pode ter ocorrido devido às próprias características da tarefa, visto que a formalização matemática não foi uma exigência, mas sua representação por meio da programação de computadores. Ainda assim, explorações de ângulos e plano cartesiano surgiram no trabalho inicial com os jogos Blockly Games e durante o trabalho com Scratch. Quando se fazia o posicionamento dos objetos na tela necessitaram de uma exploração do plano cartesiano, além de conceitos de geometria para os

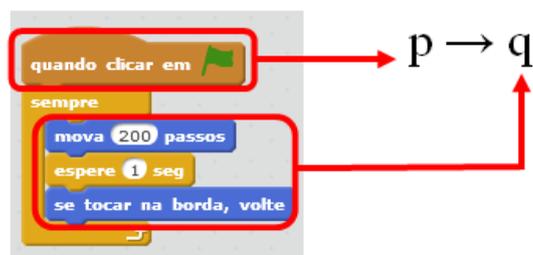
desenhos e operadores matemáticos básicos para avançarem nos desafios propostos. Porém, o que de mais importante se revelou nessa categoria está nas habilidades matemáticas que estiveram subjacentes durante todo o processo de resolução da tarefa de Modelagem.

Além das habilidades matemáticas que estiveram presentes durante a resolução da tarefa (contagem do tempo de travessia da rua por meio de experimentações; debate de estratégias para resolução que necessitavam tomadas de decisão), de forma transparente, os alunos trabalharam com matemática lógica proposicional durante a programação com Scratch.

Segundo Dalla Vecchia (2012), é possível relacionar a linguagem de programação Scratch com a matemática lógica proposicional. Baseando-nos em sua afirmação, ilustramos na Figura 6 um código construído pelos alunos “traduzido” para a matemática lógica. Destacamos que esse código foi desenvolvido no momento introdutório ao Scratch, quando os alunos estavam conhecendo seus recursos.

Figura 6.

Código Scratch “traduzido” para lógica matemática proposicional (Carvalho, 2018, p. 106)



Esse código faz com que o personagem se mova na tela. Sua leitura poderia ser feita como sendo “se a bandeira verde for pressionada, então mova 200 passos, aguarde um segundo e caso tocar na borda, volte” ou, utilizando a matemática lógica proposicional, poderíamos ter $(p \rightarrow q)$ “se p então q”.

Sob esse olhar, podemos dizer que a tarefa de Modelagem Matemática no contexto de programação de computadores permitiu que os alunos explorassem não só conceitos básicos de matemática, mas trabalhassem o tempo todo com o pensamento matemático,

desenvolvendo habilidades como raciocínio lógico, abstrações e resolução de problemas. Assim, o formato oferecido pela tarefa de modelagem no contexto de programação de computadores permitiu aos estudantes novos olhares para a matemática, que muito provavelmente não aconteceriam dessa forma se a tarefa de Modelagem ou a programação de computadores fossem isoladas, o que se tornou possível com o trabalho articulado de ambas.

C4: Sobre os modos que os alunos viram o projeto

Os modos que os alunos viram o projeto refere-se não só ao olhar dos alunos à tarefa de Modelagem no contexto de programação de computadores, mas também à sua condução. A esse respeito, elogios e críticas ocorreram, indicando que de alguma maneira a tarefa de Modelagem afetou o que habitualmente os alunos convivem no contexto escolar.

Críticas e elogios em relação a condução pelo fato de eles terem que “aprender sozinhos” ocorreram, denotando que o modelo mais instrucionista a que estão acostumados foi afetado pela proposta. Ao saírem da zona de conforto, os alunos sentiram-se, às vezes inseguros e, alguns, conforme revelaram as unidades de significado, fizeram críticas a esse respeito, dizendo que teria sido mais fácil caso tivessem tido uma introdução melhor sobre como utilizar o *software* ao invés de ensinar sua utilização por meio de desafios. A esse mesmo respeito outro grupo de alunos teceu elogios, dizendo que dessa forma a *Ágora* foi mais dinâmica e fugiu do costumeiramente vivenciado em sala de aula.

É plausível afirmar que a tarefa de Modelagem aliada à programação de computadores, ou como um modo de conduzir a programação metodologicamente, pôde construir um ambiente que se aproximou de um cenário investigativo (Skovsmose, 2000), no qual os alunos foram convidados a explorar a tarefa proposta e, dessa maneira, rompeu com o tradicionalmente vivido por eles no cotidiano escolar. Assim, podemos concluir a tarefa de Modelagem no contexto de programação e a forma de sua condução, afetou as expectativas

dos alunos, construindo um ambiente de aprendizagem que se diferenciou daquele ao qual os alunos estão mais habituados.

Considerações finais

Interrogar uma tarefa de Modelagem Matemática no contexto de programação de computadores nos fez construir um ambiente no qual os alunos pudessem trabalhar a programação instigados pela resolução de uma tarefa de modelagem. Nesse contexto, muitos pontos relevantes se mostraram, convergindo para, basicamente, momentos de diálogos e debates entre alunos e alunos e professores; ações dos alunos no contexto da programação; a matemática envolvida no processo e, por fim, o modo como os alunos viram a tarefa.

Conforme as unidades de significado revelaram, durante o processo de resolução da proposta, observamos que a tarefa de Modelagem Matemática foi remodelada a partir da presença da programação de computadores, visto que era preciso que os alunos programassem sua solução, algo novo a eles até então. Por outro lado, a programação de computadores foi potencializada a partir de um norte dado pela tarefa de Modelagem, trazendo mais sentido ao que se desenvolvia.

Conforme já foi descrito, a matemática tradicionalmente trabalhada em sala de aula emergiu em pequena medida, até porque nosso objetivo não era o de trabalhar questões específicas, mas compreender a resolução da tarefa no ambiente de programação. Tal fato nos revela que, caso se queira desenvolver com os alunos algum conteúdo em específico, é necessário evidenciá-lo durante a resolução da tarefa, visto que, caso isso não seja feito, poderá passar de maneira transparente aos alunos.

Finalizamos reforçando que, para o contexto desenvolvido, programação de computadores e modelagem matemática se retroalimentaram, desenvolvendo um ambiente dialógico, reflexivo e colaborativo. Ressaltamos que talvez essa tenha sido a maior contribuição que nossa pesquisa tenha dado, ao concluirmos que o trabalho conjunto entre

essas duas tendências educacionais construiu um ambiente único, capaz de proporcionar o desenvolvimento de habilidades que estão além daquelas desenvolvidas apenas com modelagem matemática ou apenas com programação de computadores.

À medida que os questionamentos da tarefa de modelagem foram emergindo e instigando os alunos, o desenvolvimento da simulação por meio da programação de computadores foi ganhando mais significado, assim como a própria simulação dos semáforos feita pela programação de computadores se tornou mais concreta a partir do embasamento dado pela tarefa de modelagem. Ratificamos que a tarefa de modelagem matemática deu um novo sentido para a programação de computadores, assim como a programação de computadores trouxe uma representação nova para a tarefa de modelagem.

Observamos aqui um nicho para novas pesquisas que possam trabalhar de maneira conjunta outras tecnologias digitais além da programação de computadores, como por exemplo a robótica, juntamente com outra abordagem investigativa além da modelagem matemática, tais como resolução de problemas ou projetos valorizando conhecimentos STEAM. É possível que essas outras abordagens possam fomentar debates para esse contexto que se mostrou tão promissor para a construção de um ambiente dialógico e potencialmente valioso para a Educação Matemática.

Referências

- Agenda Escolar do Colégio de Aplicação João XXIII. (2017). *Agenda referente ao ano escolar de 2017*.
- Almeida, L.M.W. (2010). Por uma Educação Matemática Crítica: a Modelagem Matemática como alternativa. *Educação Matemática Pesquisa*, 12(2), 221-241.
- Almeida, L. M., & Vertuan, R. E. (2014). Modelagem Matemática na Educação Matemática. In L. M. Almeida & K. P. Silva (orgs.), *Modelagem Matemática em foco* (pp. 1-21). Ciência Moderna.
- Almeida, L. M., & Silva, K. P. (2016). *Modelagem Matemática na Educação Básica*. Contexto.
- Alves, A. J. (1991). O Planejamento de Pesquisas Qualitativas em Educação. *Caderno de Pesquisa*, 1(77), 53-61.

- Araújo, J. L. (2003). Situações Reais e Computadores: os Convidados são Igualmente Bem-Vindos? *Bolema*. 16(19), 1-17.
- Araújo, J. L. (2009). Uma Abordagem Sócio-Crítica da Modelagem Matemática: a perspectiva da Educação Matemática Crítica. *Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, 1(1), 1-15.
- Araújo, J. L. & Lima, F. H. (2015). Construção de Modelos Matemáticos como Transformações de Objeto em Produto. In *Anais da IX Conferência Nacional sobre Modelagem na Educação Matemática* (pp. 1-15). (Vol. 1), São Carlos. SP.
- Barbosa, J., (2001). *Modelagem Matemática: Concepções E Experiências De Futuros Professores*. Doutorado. Universidade Estadual Paulista.
- Barbosa, J. (2001a). Modelagem na Educação Matemática: contribuições para o debate teórico. In *Anais Reunião anual da Anped*. (pp. 1-30). (Vol. 1), Rio de Janeiro. RJ.
- Bassanezi, R. C. (2002). *Ensino-Aprendizagem com Modelagem Matemática*. Contexto.
- Bicudo, M. A. V. (2013). Pesquisa Qualitativa e Pesquisa Qualitativa Segundo a Abordagem Fenomenológica. In M. C. Borba & J. L. Araújo (orgs.) *Pesquisa Qualitativa em Educação Matemática* (pp. 111-124). Autêntica.
- Biembengut, M. S. (2009). 30 Anos de Modelagem Matemática na Educação Brasileira: das Propostas Primeiras às Propostas Atuais. *Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*. 2(2), 7-32.
- Borba, M. C. & Penteadó, M. G. (2012). *Informática e Educação Matemática*. Autêntica.
- Borssoi, A. H. & Almeida, L. M. W. (2015). Considerações sobre o Uso que Alunos Envolvidos com Atividades de Modelagem fazem da Tecnologia. In *Anais da IX Conferência Nacional sobre Modelagem na Educação Matemática*. (pp. 1-14). (Vol. 1), São Carlos. SP.
- Burak, D. (1987). *Modelagem Matemática: Uma Metodologia Alternativa para o Ensino da Matemática na 5ª série*. Mestrado. Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho.
- Burak, D. (1992). *Modelagem Matemática: Ações e Interações no Processo de Ensino-Aprendizagem*. Doutorado. Universidade Estadual de Campinas.
- Burak, D. (2004). Modelagem Matemática e a Sala de Aula. In *Anais do I EPMEM*. (pp. 1-10). (Vol. 1). Londrina. PR.
- Burak, D. & Klüber, T. E. (2011). Encaminhamentos didático-pedagógicos no Contexto de uma Atividade de Modelagem Matemática para a Educação Básica. In L. M. W. Almeida, J. L. Araújo & E. Bisognin. *Práticas de Modelagem Matemática na Educação Matemática: relatos de Experiências e Propostas Pedagógicas* (pp. 45-64). Eduel.
- Caldeira, A. D. (2009). Modelagem Matemática: um Outro Olhar. *Alexandria Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, 2(2), 33-54.
- Canedo Jr, N. R. & Kisterman Jr, M. A. (2015). A Modelagem sob a Ótica da Teoria da Atividade a Partir das Ações de ‘seres-humanos-com-mídias’. In *Anais da IX Conferência Nacional sobre Modelagem na Educação Matemática*. (pp. 1-15). (Vol. 1). São Carlos. SP.

- Carvalho, F. J. R. (2018). *Introdução à Programação de Computadores por Meio de uma Tarefa de Modelagem Matemática na Educação Matemática*. Mestrado. Universidade Estadual do Oeste do Paraná.
- Dalla Vecchia, R. & Maltempi, M. V. (2014). O Modelo na Modelagem Matemática na Realidade do Mundo Cibernético. *Acta Scientiae*, 16(4), 199-213.
- Garnica, A. V. M. (1997). Algumas notas sobre Pesquisa Qualitativa e Fenomenologia. *Interface – Comunicação, Saúde e Educação*, 1(1), 109-122.
- Klüber, T. E. (2007). *Modelagem Matemática e Etnomatemática no Contexto da Educação Matemática*. Mestrado. Universidade Estadual de Ponta Grossa.
- Klüber, T. E. & Burak, D. (2008). A Fenomenologia e suas Contribuições para a Educação Matemática. *Práxis Educativa*, 3(1), 95-99.
- Lorin, A. P. Z. & Almeida, L. M. W. (2015). Competências dos Alunos em Atividades de Modelagem Matemática. In *Anais da IX Conferência Nacional sobre Modelagem na Educação Matemática*. (pp. 1-15). (Vol. 1). São Carlos. SP.
- Malheiros, A. P. S. (2004). *A Produção Matemática dos Alunos em um Ambiente de Modelagem*. Mestrado. Universidade Estadual Paulista.
- Malheiros, A. P. S. (2008). *Educação Matemática Online: a Elaboração de Projetos de Modelagem*. Doutorado. Universidade Estadual Paulista.
- Malheiros, A. P. S. (2011). Algumas Interseções entre Projetos e Modelagem no Contexto da Educação Matemática. *Acta Scientiae*, 13(1), 71-86.
- Orey, D. C. & Rosa, M. (2007). A Dimensão Crítica da Modelagem Matemática: Ensinando para a Eficiência Sociocrítica. *Horizontes*, 25(2), 197-206.
- Silva, C. & Kato, L. A. (2012). Quais Elementos Caracterizam uma Atividade de Modelagem Matemática na Perspectiva Sociocrítica? *Bolema*, 26(43), 817-838.
- Skovsmose, O. (2000). Cenários para Investigação. *Bolema*, 13(14), 66-91.
- Valente, J. A. (2005). *A Espiral de Aprendizagem: o Processo de Compreensão do Papel das Tecnologias da Informação e Comunicação na Educação*. Livre Docência. Universidade Estadual de Campinas.

Recebido em: 12/10/2020

Aprovado em: 09/12/2020