

Metapesquisa em modelagem matemática¹ na educação matemática: análise de artigos sobre a formação inicial de professores

Metasearch in mathematical modeling in mathematics education: analysis of articles on the initial teacher training

Wellington Piveta Oliveira²

wellingtonmat09@hotmail.com

Tiago Emanuel Klüber³

tiago_kluber@yahoo.com.br

Resumo

Este trabalho se origina de estudos e reflexões sobre Modelagem no âmbito da Educação Matemática, no Ensino Superior. Tivemos como solo as publicações contidas nos Anais do V Encontro Paranaense de Modelagem em Educação Matemática, realizado em 2012. Ao assumirmos uma postura fenomenológica de investigação, fomos orientados pela indagação: “*O que se mostra sobre a formação inicial de professores em Modelagem Matemática na Educação Matemática, nos trabalhos publicados no V EP MEM sob essa temática?*”. A pesquisa revelou que a Modelagem na formação inicial tem se concretizado por meio de três concepções. Além dessa revelação, discutimos outras onze categorias que implicam diretamente nas atividades nesse contexto.

Palavras-chave: Metapesquisa; Formação inicial; Modelagem Matemática; Educação Matemática; Fenomenologia.

Abstract

This study originates in reflections on Modelling within Mathematics Education in Higher Education. We studied the publications in the proceedings of the V Parisian Meeting of Modelling in Mathematics Education held in 2012. As we take a phenomenological approach to research, we were guided by the question: “*What do the studies published in V EP MEM show us about initial teacher education in Mathematical Modelling in Mathematics Education?*”. The research revealed that Modelling in initial teacher education has been developed within three conceptions.

¹ Para fins textuais, utilizaremos apenas o termo Modelagem, quando nos referirmos a Modelagem Matemática na Educação Matemática.

² Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Educação, PPGE, Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE, Cascavel. Bolsista CAPES.

³ Doutor em Educação Científica e Tecnológica. Professor Adjunto na Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE, Colegiado de Matemática. Docente do Programa de Pós-Graduação em Educação, PPGE, UNIOESTE, Cascavel. Docente do Programa de Pós-Graduação em Ensino, PPGEn, Unioeste, Foz do Iguaçu.

In addition to this, we discuss another eleven categories that directly affect activities in this context.

Keywords: Metaresearch; Initial teacher education; Mathematical Modelling; Mathematics Education; Phenomenology.

Sobre a investigação

O estudo e a prática da pesquisa científica sempre nos motivaram a buscar informações, analisá-las criticamente e refletir sobre nossos entendimentos. Nessa condição de pesquisadores, sempre fomos alimentados pelo impacto de mudanças nos quadros educacionais, com vistas à reflexão das práticas pedagógicas de sala de aula e conseqüentemente da superação e melhoria do ensino e da aprendizagem, em específico da Matemática.

Ao refletirmos sobre essa experiência, que acreditamos não ser uma proposta individualizada, tivemos a oportunidade de estudar no grupo⁴ de estudos específicos de Educação Matemática na universidade⁵, o texto intitulado *Um Exercício Filosófico sobre a Pesquisa em Educação Matemática no Brasil* (BICUDO; PAULO, 2011). As autoras realizaram um estudo meta-interpretativo da pesquisa em Educação Matemática no Brasil, pela análise dos trabalhos apresentados no III Seminário Internacional de Pesquisa em Educação Matemática – III SIPEM, que ocorreu em 2006. Ao nos depararmos com texto, averiguamos que as autoras analisaram 216 pesquisas, subdividas em 12 Grupos de Trabalho. Nessa condição concluíram que o grupo de trabalho que apresentou o número mais significativo foi o da *Formação de Professores que ensinam Matemática*, com 43 trabalhos.

Porém a discussão das autoras se dá de modo geral, e, portanto, abre condições para investigarmos especificamente a formação de professores no trabalho com a Modelagem Matemática. Além disso, parte do nosso interesse como grupo de pesquisa, nos dirigirmos, especificamente à Formação Inicial de Professores. Para isso, tomamos um evento de Modelagem analogamente ao

⁴ Este artigo está vinculado ao projeto de pesquisa: “Modelagem Matemática na Educação Matemática: Metapesquisa e Formação de Professores”, aprovado no edital universal da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, sob o processo nº 406721/2013-0.

⁵ Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE.

efetuado pelas autoras, o Encontro Paranaense de Modelagem em Educação Matemática – EPMEM, onde ocorrem não só a disseminação de pesquisas em Modelagem, mas também a socialização de experiências e conhecimentos entre pesquisadores e professores dos diferentes níveis de ensino.

Na tentativa de clarear ainda mais nossas ideias que objetivavam a definição mais coerente de uma indagação, tivemos contato com o relatório da edição mais recente desse Seminário – V SIPEM. De início, ao o interrogarmos, notamos que esta era uma das linhas de investigação que pesquisadores têm se debruçado em discutir em vários Grupos de Trabalho. Constatamos, por exemplo, que no GT 07, no que diz respeito à Formação de Professores, alguns trabalhos dialogavam com outros GT's, ou seja, deixa explícita que a temática empreende discussões desde os Anos iniciais do Ensino Fundamental e perpassa até o nível Superior de Ensino, além de abranger discussões que se deslançam no âmbito da pesquisa científica.

Nessa perspectiva de análise, encontramos a possibilidade de articulação entre o GT 07 - da Formação de Professores, com uma das tendências que tem contribuído significativamente com a Educação Matemática, o GT 10 – Modelagem Matemática.

Conforme os estudos de Barbosa (2007), em que aponta a constituição de uma comunidade brasileira de pesquisadores em Modelagem no Brasil, os estudos sobre essa tendência no âmbito da Educação Matemática, têm se destacado nos últimos anos, pela disseminação dessa comunidade, quando tentam compreendê-la, evidenciando suas potencialidades e encaminhamentos, concebendo-a tal como tendência metodológica, e/ou discutindo seus pressupostos teóricos e filosóficos, como linha de pesquisa da Educação Matemática. Esses estudos em geral, consistem em descrições reflexivas, de cunho teórico/epistemológico/filosófico, como dissertações, teses, trabalhos publicados em periódicos e em anais de eventos científicos das diversas áreas do conhecimento. Para além dessas configurações de pesquisas, a Modelagem Matemática “[...] têm tido diferentes abordagens e têm sido realizadas segundo diferentes pressupostos em relação às concepções pedagógicas que norteiam as práticas educativas e as estruturações teóricas das pesquisas científicas” (ALMEIDA; VERTUAN, 2011, p. 21).

Embora compreendamos que o contexto da prática e da pesquisa com a Modelagem tenha se fortalecido durante as últimas décadas no país, entendemos que, assim como a própria discussão que é alimentada pelos integrantes do GT – 10, ainda há que se aprofundar em alguns aspectos que se detêm tanto a pesquisa, quanto a prática metodológica com Modelagem. Essas nuances podem ser vistas quando os próprios pesquisadores da área indagam no relatório do V SIPEM, questões do tipo: *“O que é pesquisa em Modelagem Matemática na Educação Matemática? O que diferencia um relato de experiência de um projeto de pesquisa em modelagem matemática? Como se caracteriza um texto que pretende relatar uma pesquisa? Que elementos são importantes no relato de uma pesquisa?”*.

Sem dúvidas, essas discussões têm despertado o interesse em investigar ao menos dois indícios temáticos da Modelagem, que foram abordados no GT-10, *“Reflexões sobre a Pesquisa em Modelagem Matemática”* e *“Formação de professores em Modelagem Matemática”*. Um no que tange a discussão da pesquisa em Modelagem, enquanto rigor, metodologias apropriadas, coerência, clareza, e o outro, no que diz respeito à Formação de Professores com Modelagem. Acreditamos que essa proposta torna-se unificadora, quando se entrelaçam as ramificações do âmbito da pesquisa científica acadêmica, com o empreendimento de questões que se voltam para o processo de formação inicial do professor articulado ao ensino e a aprendizagem. Queremos esclarecer que nossa intenção não é dissociar a pesquisa do processo de formação inicial de professores em sala de aula, uma vez que, entendemos que essas duas linhas se complementam.

Tomando como base o que já explicitamos acima buscamos olhar para os trabalhos que foram publicados no V EPMEM. Nossa intenção ao estabelecer esse locus é, portanto, ao assumir uma postura fenomenológica, evidenciar as especificidades e as particularidades que se manifestarem dessas produções, orientados pela indagação: *“O que se mostra sobre a formação inicial de professores em Modelagem Matemática na Educação Matemática, nos trabalhos publicados no V EPMEM sob essa temática?”*. Para tanto, explicitaremos no próximo tópico a metodologia que fora empregada para a concretização da pesquisa em pauta.

Delineando os aspectos metodológicos da pesquisa

Ao nos depararmos com várias leituras de pesquisas, fica evidente o quanto os autores têm se dedicado a investigar as práticas com Modelagem e evidenciar suas potencialidades para o ensino e pesquisa em Educação Matemática. No entanto, há indícios de que cabe uma investigação aprofundada, mais bem esclarecida, tanto das discussões em Modelagem como de sua própria região de inquérito. Segundo Bicudo e Klüber (2011, p. 906), ainda “requer compreensão das concepções assumidas e das práticas educacionais desenvolvidas, solicitando um olhar filosófico sobre as pesquisas que são realizadas nessa abordagem de produção matemática e do ensino dessa ciência”.

Partindo deste entendimento olhamos para os trabalhos publicados nos anais do V EPMEM. Esses trabalhos que constituíram o lócus dessa investigação foram pré-selecionados à luz da questão: “*O que se mostra nos trabalhos de formação inicial de professores em Modelagem Matemática na Educação Matemática, publicados no V EPMEM?*”. A leitura atenciosa do título, palavras-chave e resumo de todos os trabalhos, consistiram na seleção dos artigos que indicaram conter respostas para a questão estabelecida.

Esse exercício permitiu adentrarmos em um universo de trinta trabalhos, dos quais, oito deles passaram a constituir nosso rol de pesquisa.

Esses trabalhos já foram destacados e estruturados por nós em uma pesquisa realizada, ainda de nível exploratória, intitulada, “*Concepções de Modelagem Matemática na Formação Inicial de Professores: uma análise dos resumos publicados no V EPMEM*”, publicada nos anais do XII Encontro Paranaense de Educação Matemática – XII EPREM. O estudo revelou, segundo uma análise fenomenológica, a emergência de três concepções de Modelagem. Dois trabalhos, codificados por CC01 e PO01, revelaram a concepção denominada “Alternativa Pedagógica”. Já outros quatro, CC02, RE03, RE04 e RE05, apresentaram a concepção “Ambiente de Aprendizagem”, e ainda, outros dois, RE01 e RE02, confirmaram outra concepção, denominada “Ferramenta de Aprendizagem”.

Essa pesquisa foi propulsora para aprofundarmos nessas discussões, uma vez que, olhamos apenas para os títulos, resumos e palavras-chave dos trabalhos. Diante disso, ainda assumindo uma postura fenomenológica de investigação,

buscamos por novas interpretações dos sentidos no ato de interrogarmos a totalidade dos oito textos, à luz da questão, “*O que se mostra nos trabalhos de formação inicial de professores em Modelagem Matemática na Educação Matemática, publicados no V EPMEM?*”.

Aqui destacamos uma das potencialidades da postura fenomenológica. O estabelecimento de uma questão para orientar o processo investigativo. Ela passa a conduzir a pesquisa, para se compreender o fenômeno, segundo as manifestações que dele se revelam. Consiste no “[...] ato de **buscar pela estrutura** do buscado [que,] é um modo de considerá-lo, em parte, desconhecido, mas já presente, ou seja, já há uma pré-compreensão daquilo que o pesquisador pretende compreender” (BICUDO; KLÜBER, 2013, p. 26, grifos dos autores, inserção nossa). Assim, a questão trata-se de um “pano de fundo”, que ajuda o pesquisador a interrogar o texto, solicitando esclarecimento de sua perplexidade, além de possibilitá-lo ir ao encontro e à compreensão de aspectos mais específicos, deslocando-se do **ôntico** para **ontológico**⁶ (BICUDO; KLÜBER, 2013).

Sustentados por esse movimento de interrogar o texto, utilizamos um software de análise qualitativa de dados, denominado Atlas T.i.⁷, para desenvolver nossa pesquisa. Procuramos destacar, à luz da questão, unidades de significados que dizem sobre o fenômeno⁸ ou perguntado, visto que, foram destacadas durante a leitura atenciosa de cada trabalho, após serem inseridas no software.

Identificadas essas unidades, procuramos estabelecer um movimento de convergências entre elas, articulando-as em núcleos que “[...] não se dão em si, mas que vão se constituindo e se mostrando em diferentes modos, de acordo com a perspectiva do olhar e na temporalidade histórica [...]” (BICUDO, 2011, p. 41) do pesquisador, e com relação às unidades de significados destacadas. Tendo em vista o procedimento metodológico da pesquisa que adotamos, esses núcleos assumiram

⁶ Esse deslocamento é apresentado no sentido de que, o conhecimento das coisas perpassa daquilo que é dado pela imediaticidade, para uma construção objetiva correlata à nossa existência. Essas reflexões são aprofundadas por Bicudo e Klüber (2013), na pesquisa intitulada “*A questão de pesquisa sob a perspectiva da atitude fenomenológica de investigação*”.

⁷ O software *Atlas T.i.*, foi lançado em 1993 na Bélgica e atualmente tem subsidiado pesquisadores como instrumento de pesquisa para análises de conteúdos. Klüber (2014, p. 12) destaca que as principais funcionalidades do *software* são: “1) Unidade Hermenêutica - (Hermeneutic unit); 2) Documentos primários - (Primary documents); 3) Citações - (Quotes/quotation); 4) Códigos - (Codes/coding); 5) Notas de análise - (Memos); e 6) Esquemas gráficos - (Network View)”.

⁸ A formação inicial de professores e a Modelagem Matemática na Educação Matemática.

status de categorias, que são sustentadas pelos trabalhos de Modelagem na formação inicial.

Essas categorias foram descritas por nós, enumeradas de C1 a C12, conforme o “Quadro 1” abaixo:

CATEGORIAS	DESCRIÇÃO
C1 – Sujeitos envolvidos nas atividades;	A categoria concerne às unidades que versam sobre as características dos sujeitos que participaram ou que propuseram as atividades.
C2 – Sobre o contexto e duração das atividades de Formação;	Esta categoria diz sobre o contexto e a duração das atividades desenvolvidas, empreendidas nos trabalhos analisados.
C3 – Autores, formação e instituições de ensino a qual vinculam-se;	A categoria revela as características dos autores que produziram os trabalhos analisados, no que tange a formação e instituição a qual cada um está vinculado.
C4 – Objetivos das pesquisas, bem como de atividades no contexto da formação inicial;	Manifestam-se neste núcleo de ideias os objetivos das pesquisas e das atividades desenvolvidas que contemporizaram as pesquisas.
C5 – Contribuições das pesquisas em Modelagem Matemática para a formação inicial;	Esta categoria versa sobre as contribuições gerais que as pesquisas em Modelagem Matemática ofereceram à formação de professores.
C6 – O papel do professor no desenvolvimento das atividades;	Esta categoria revela o papel do professor durante uma atividade com Modelagem Matemática.
C7 – Concepções e orientações de Modelagem emergentes;	A categoria concerne de unidades destacadas, que indicam as concepções de Modelagem Matemática adotadas nas produções analisadas.
C8 – Abordagens e técnicas para produção dos trabalhos;	Nessa categoria constam as unidades de significado que versam sobre as abordagens e técnicas de pesquisa utilizadas nos trabalhos analisados.
C9 – Características das atividades desenvolvidas;	Este núcleo diz sobre alguns elementos que caracterizaram as pesquisas/ atividades.
C10 – Conclusões das atividades desenvolvidas com Modelagem Matemática na formação inicial;	Este núcleo de ideias concerne das conclusões enunciadas pelas pesquisas analisadas.
C11 – O papel do estudante nas atividades;	A categoria revela o papel dos estudantes no desenvolvimento das atividades propostas na perspectiva da Modelagem Matemática.
C12 – Temáticas e questões de discussões durante as atividades.	A categoria consiste das unidades que descrevem sobre temáticas, questões e discussões destacadas nas atividades analisadas.

Quadro 1: Categorias e descrições emergentes da pesquisa

Fonte: da pesquisa, 2014.

Definidas as categorias, por meio do encadeamento de convergências entre as unidades, como evidencia a “Figura 1”, passamos a refletir sobre cada uma delas.

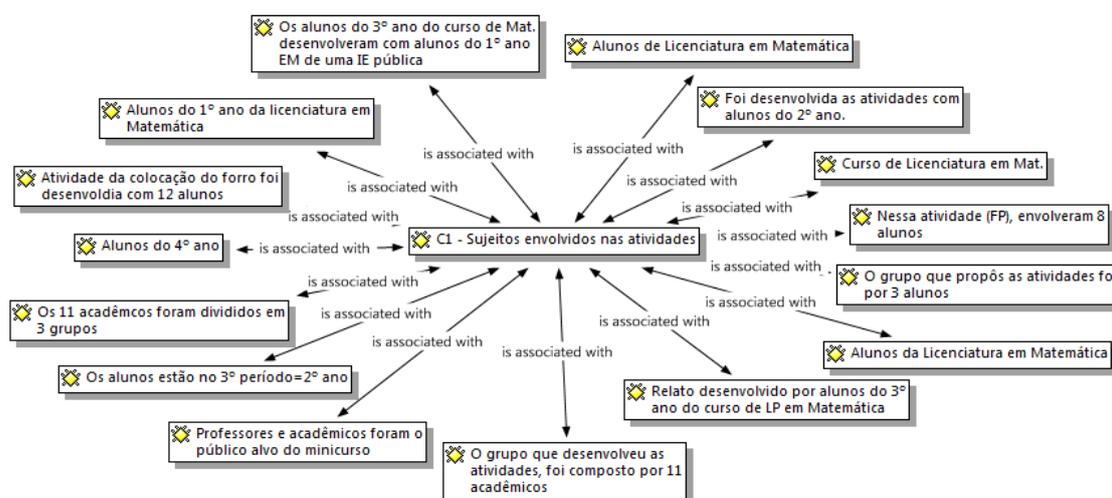


Figura 1: Unidades de significados que constituíram a categoria C1

Fonte: da pesquisa, 2014.

Em seguida, efetuamos uma descrição e buscamos estabelecer uma compreensão do que revelaram essas pesquisas sobre a formação inicial de professores articulada a Modelagem, por meio de invariantes⁹, os quais serão apresentados na sequência.

Explicitando as interpretações

Após a explicitação do quadro na seção anterior, olhamos para cada uma das categorias com um olhar interpretativo, à luz da questão: “*O que se mostra nos trabalhos de formação inicial de professores em Modelagem Matemática na Educação Matemática, publicados no V EPMEM?*” e procuramos explicitar nossas compreensões sobre o que se manifesta.

A categoria C1, “*Sujeitos envolvidos nas atividades*”, concerne do perfil dos sujeitos que desenvolveram ou propuseram alguma atividade de Modelagem evidenciada pelos trabalhos analisados. Essas duas posturas são compostas por grupos de estudantes de vários anos de cursos de licenciatura em Matemática. Há também a participação de professores já formados nessas atividades. E, em um dos

⁹ A palavra invariantes aqui é considerada, como expressões construídas de interpretações sobre os dados revelados da pesquisa, como categorias, ou, denominados núcleos.

trabalhos, isso se manifesta quando a experiência descrita se concretizou em um minicurso.

Conforme a descrição acima, os professores em formação inicial participam de atividades de Modelagem em duas condições: estudante e docente. Na condição de estudante apresenta-se a possibilidade de um impacto em sua formação ao relatarem vivências com a Modelagem. Como por exemplo, a produção do próprio relato apresentado no evento. Na condição de docente, mesmo que seja um único trabalho, indica a possibilidade de o estudante experimentar, de modo a compreender a prática da Modelagem. Sob essa perspectiva, compreendemos que ela poderia ser mais recorrente no âmbito da formação inicial de professores.

Em outras palavras, atuar com Modelagem Matemática é diferente de participar de uma prática realizada por outro professor. Assim, consideramos esse caso particular, como um exemplo de avanço em termos de prática e pesquisa, pois, essas primeiras práticas deveriam ocorrer nesse momento da formação e não só em investigações posteriores, como mestrado e doutorado, como vêm ocorrendo na área (ARAUJO, 2009).

Na sequência, a categoria C2, *“Sobre o contexto e duração das atividades de Formação”*, nos mostra que, algumas atividades acontecem em períodos mais amplos como no âmbito de uma disciplina semestral, específica de Modelagem, ou, em apenas algumas aulas. Quanto ao contexto, foram desenvolvidas em laboratórios (física e informática), em minicursos e outras ainda no decorrer de disciplinas específicas de Modelagem Matemática, ou disciplinas mais genéricas, como Física e Cálculo.

No tocante a inserção da Modelagem na formação de professores, embora seja significativa essa abordagem, ainda existem atividades que ocorrem em uma carga horária reduzida. Reconhecemos que essa ocorrência pode sinalizar uma tentativa gradativa de implementação da Modelagem, porém, ao nosso olhar, essa formação aligeirada, pode gerar embates na formação docente. A formação pontual, limitação de conceitos e até a própria restrição na construção de modelos, podem exemplificar esse aligeiramento. Podemos considerar que esse processo é decorrente de distorções no âmbito da formação, que possivelmente gerará impactos na ação docente e conseqüentemente na aprendizagem matemática,

instaurando-se assim, um círculo de interpretações do fazer e do experienciar a Modelagem, que podem ser equivocados.

No que se refere a essa implementação, a Modelagem tem, em até certo ponto, se consolidado na formação de professores em ambientes diferenciados da sala de aula. Nesse sentido, entendemos que se torna estimulante o estudo em espaços diferenciados, que podem até propiciar uma aprendizagem mais efetiva. Porém, entendemos que esse espaço diferente da sala de aula não é prioridade para a efetivação de atividades. Pois, não só o ambiente, o contexto, ou nível escolar, incidem no desenvolvimento profícuo de aprendizagem, mas também, as condições e posturas de desenvolvimento do professor. Nesse sentido, destacamos a necessidade de refletir sobre a presença da Modelagem na formação inicial de professores, no que diz respeito não só aos ambientes para a formação, mas também, as propostas de formação com Modelagem.

Delineando a categoria C3, intitulada por nós, “*Autores, formação e instituições de ensino a qual vinculam-se*”, pode-se afirmar que, grande parte dos autores estão vinculados a instituições públicas de ensino, bem como, apresenta uma heterogeneidade dos níveis de formação, sejam eles, estudantes, professores doutor, professores mestre, professores em fase de doutoramento e bolsistas dos programas PIBIC¹⁰ e PIBID¹¹.

No que tange às unidades emergentes da pesquisa, das quais constituíram a categoria C3, a manifestação em grande parte de instituições públicas, as quais vinculam-se os autores, mostrou-se evidente. No entanto, houve também a emergência de instituições particulares, nesse vínculo institucional, indicando a pesquisa e a prática com Modelagem, em ambos universos. Isso por um lado, se mostra como um aspecto positivo, em termos quantitativos, a fim de ampliarmos as discussões na área. Porém, de outro, nos preocupa, o quesito qualidade dessas pesquisas, tendo em vista que só ampliar o número de produções, não garante o avanço da comunidade que pesquisa em Modelagem, e muito menos a mantém estável, no que se refere ao rigor e cientificidade dessas pesquisas.

¹⁰ Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica.

¹¹ Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência.

Essas considerações ainda revelam que a Modelagem, como tendência na prática metodológica e na pesquisa, é investigada por professores e estudantes, que ora participam diretamente da comunidade brasileira de pesquisadores em Modelagem, conforme explicita Barbosa (2007), ou, ora assumem a Modelagem como tendência para o ensino de disciplinas, sem qualquer formação específica na área de Modelagem. A nosso ver, essa problemática estabelece convergências com as preocupações citadas no parágrafo anterior, no sentido qualitativo da pesquisa e mais ainda, no reflexo de uma formação fragilizada enquanto atividade pedagógica instaurada nesse contexto.

Essa ideia estabelece relação também com a categoria C4, no que tange aos *“Objetivos das pesquisas, bem como de atividades no contexto da formação inicial”*, que nos mostra que as pesquisas objetivaram identificar reflexões feitas pelos estudantes, envolvê-los na participação das atividades, propiciar novas formas de trabalho com a introdução de conceitos matemáticos, articular a teoria com a prática e promover a inquietude para busca de conhecimentos. Esses objetivos gerais foram articulados ao uso de um software, à investigação do número de contas do Facebook, a abordagem do conteúdo de limites, a construção de conceitos físicos, bem como, a classificação de uma atividade de Modelagem Matemática.

No tocante a esses objetivos genéricos os entendemos como cruciais, ou diríamos elementares, ao implementar tal proposta investigativa. Assim, esses objetivos sinalizam para a investigação de alguns momentos, intrínsecos às atividades de Modelagem. É nesse sentido, que chamamos atenção para as reflexões feitas por Araujo (2009), quando diz que é preciso ir além do que já foi produzido pela comunidade. Ou seja, reportando à pesquisa realizada, a autora tem explicitado a necessidade de ideias inovadoras para o campo da pesquisa em Modelagem, que ao serem desenvolvidas em um trabalho colaborativo por professores e/ou pesquisadores em Modelagem, poderão ser transpostas para o âmbito da formação, como por exemplo, investigar as tensões, anseios e expectativas de um docente que propõe a Modelagem no âmbito da formação.

Embora reconheçamos que as ideias temáticas apresentam indícios de originalidade, as pesquisas concentram-se em relatos de experiências, cujo objetivo incide em relatar experiências de atividades desenvolvidas no âmbito da formação.

Por outro lado, reflexões mais teóricas envolvendo esses estudantes, não emergem da pesquisa. Talvez o envolvimento deles em investigações de pesquisas acentuando outros objetivos, pudessem despertar novas perspectivas para a formação inicial, como o estudo e momentos de reflexão por grupos de estudantes sobre os aspectos teóricos e epistemológicos da Modelagem.

Direcionado a essa ideia de novas perspectivas, a C5, "*Contribuições das pesquisas em Modelagem Matemática para a formação inicial*", apontou que a Modelagem atende novas perspectivas para o ensino, pois, tende a propiciar a busca de conhecimentos, que talvez ainda sejam desconhecidos pelos estudantes. A pesquisa também apontou que, dependendo da postura assumida, a Modelagem pode desencadear uma formação crítica e reflexiva dos estudantes, o que remete a uma nova postura do profissionalismo docente, que dá condições aos estudantes de atuarem em diversos níveis de ensino. Além de fortalecer as relações-interpessoais, a pesquisa evidencia que a Modelagem desenvolve-se a partir da contextualização e da investigação, despertando o estudante para a aprendizagem.

Essas considerações emergentes nos fazem refletir, por um lado, sobre a importância de desenvolver essas atividades de Modelagem no período da formação inicial, quando possibilita a construção de novos conhecimentos, por exemplo. Entendemos ser o momento propício para que os estudantes possam ter conhecimento não só da Modelagem, mas também de todas as tendências em Educação Matemática. Enquanto que, por outro, nos coloca a repensar os modelos de formação seja inicial ou continuada, e mais ainda, as experiências que "têm" sido consideradas atividades de Modelagem Matemática, que são ditas capazes de fornecer esses aspectos que foram emergentes.

Pensar a Modelagem no âmbito da formação nos conduz a refletir e apontar como extremamente necessário que o graduando experiencie a Modelagem na condição de estudante e, assuma neste processo também a postura, como professor. Pois, mesmo que, em ambas as condições, o estudante não garanta sua efetiva aprendizagem seja dos conceitos matemáticos, seja da elucidação do processo com Modelagem, acreditamos que talvez seja o momento mais importante para a vivência desse processo. Em outras palavras, a estrutura conceitual ainda está em formação, por isso, mostra-se adequada a novas perspectivas. Embora

concordemos que possa haver outros momentos, em que esse professor venha a estabelecer contato com a Modelagem, como, por exemplo, em momentos de formação continuada, em serviço, entre outras denominações, admitimos que é no estágio da formação inicial que ele está buscando construir suas aptidões pedagógicas e reunir suas expectativas para desenvolver sua postura profissional – no sentido de construir seu estofo pedagógico.

Ampliando essa discussão, ainda que o resultado obtido não seja pleno, acreditamos que seja uma excelente oportunidade de os estudantes refletirem, no sentido de avaliarem sobre esse processo, bem como, de se autoavaliarem. Uma vez que este, também é um exercício alternativo que contribui para formação do professor.

Nessa direção, ainda há aspectos a serem explorados por estudantes, professores e pesquisadores, considerando que a Modelagem permite um trabalho contextualizado¹² e a realidade de estudos é inesgotável. Seja sobre a formação, seja sobre a Modelagem, seja sobre conteúdos matemáticos, ou conteúdos interdisciplinares, o importante é valorizar esses conhecimentos e proporcionar aos estudantes momentos de discussões e reflexões teóricas e práticas, dando-os condições de uma formação minimamente capaz para o exercício da docência e/ou para a incursão no universo da pesquisa científica.

Relacionado a essas discussões sobre as contribuições da Modelagem, a categoria C6, “*O papel do professor no desenvolvimento das atividades*”, também influencia diretamente nos aspectos formativos. Esta categoria nos mostra que o professor envolvido na pesquisa desempenha funções que contribuem para esse aproveitamento da Modelagem nos cursos de formação. Ele atua como, mediador, provocador, organizador, bem como, em grande parte das atividades ele interfere nas ações, fazendo questionamentos, sugestões e refletindo sobre as atividades juntamente com os estudantes.

Esse papel nos conduz a refletir sobre as posturas profissionais que se têm concretizado na atualidade, neste nível de ensino. Diante do exposto, enxergamos aproximações com as proposições e discursos que têm emergido, sobre o papel do

¹² Essas ideias sobre a contextualização da Modelagem Matemática na Educação Matemática podem ser aprofundadas em “*Modelagem Matemática: revisitando aspectos que justificam a sua utilização no ensino*” (KLÜBER, 2010).

professor na Educação Básica. A nosso ver, ele é pequeno. Mas, as características levantadas pela pesquisa convergem para esse papel. Talvez seja por conta da defasagem de conteúdos que os estudantes possuem ao ingressar nesse nível, ou até mesmo, pela exigência das concepções assumidas no desenvolvimento das atividades. Desse modo, há indícios de que o professor tem desempenhado um papel significativo para a compreensão das atividades em Modelagem.

Esses aspectos também nos conduzem a repensar as propostas de formação, no que tange a postura do professor. Torna-se desafiante para ele concretizar a “formação ideal” deve se concretizar em cursos com duração de três anos, e ministrar disciplinas que muitas vezes tem pouca afinidade. Nessas condições, nos cursos de formação, emergem resistências ou insegurança por parte do professor de implementar na prática, a Modelagem, dada a limitação de carga horária, ou talvez o desconhecimento de questões teóricas que deveriam dar suporte a ele, como embasamento para essa condução.

Mas, frente a essas ingerências, a pesquisa deixa evidente que há tentativas para superação desses embates, justificada pela postura assumida por esses professores. Nesse sentido, podemos afirmar que está instaurada a tentativa de superar o modelo vigente, marcado pela reprodução de práticas pouco dialógicas e extremamente centradas na ideia de formação teórica e de conteúdos específicos¹³, que ainda é bastante presente nesses cursos.

Para dar conta dessa tentativa, a pesquisa revelou a emergência de outra categoria, que diz respeito aos modos de conduzir esse processo de Modelagem. A categoria C7, “*Concepções e orientações de Modelagem emergentes*”, apresenta a emergência de três concepções de Modelagem, adotadas para o desenvolvimento das atividades que analisamos. Sendo elas: Alternativa Pedagógica, Ambiente de Aprendizagem e Ferramenta de Ensino. Os autores buscaram fundamentos e orientações para as atividades em: Almeida e Brito (2005); Almeida e Dias (2004);

¹³ Segundo Saviani (2009), no Brasil há dois modelos de formação. Aquele denominado, *modelo dos conteúdos culturais-cognitivos*, preocupado com a formação estritamente da cultura geral, remetendo aos conteúdos específicos de uma determinada área de conhecimento e, aquele, *modelo pedagógico-didático* que considera a formação do professor para além dos conhecimentos específicos, associada as questões didático-pedagógicas. Segundo a nossa leitura, a formação de professores de Matemática está estritamente ligada ao primeiro modelo.

Almeida e Ferruzzi (2009); Barbosa (2004); Biembengut (1999); Bassanezzi (2002), D'Ambrósio (1986), Piccini e Pizzolato (1987).

Essas concepções nos remetem a refletirmos sobre a ausência de outras que também são assumidas pela comunidade de Modelagem no país. A respeito, não houve a manifestação, por exemplo, da concepção de sistema de aprendizagem, adotada por Caldeira (2004), como também, a de metodologia de ensino, proposta por Burak (2010). Entendemos que, embora os autores tenham optado por essas concepções para embasar seus trabalhos, consideramos relevante a apresentação dessas e de outras, no âmbito da formação inicial.

Outro aspecto que a pesquisa revelou é de que, há indícios de uma falta de clareza dos procedimentos da Modelagem articulados com as concepções assumidas. Por exemplo, surgiram trabalhos que, embora os autores assumam a concepção de ambiente de aprendizagem, para o seu desenvolvimento fazem algumas asserções da Modelagem aos estudos de Bassanezzi. Ou seja, não estão claras as articulações entre as concepções assumidas, as quais foram evidenciadas. Dessa forma, entendemos que isso implica em uma problemática, que por um lado, transposta ao contexto de desenvolvimento da pesquisa, pode gerar interpretações num sentido de “tudo pode”, como se fosse um diálogo comum entre essas concepções (adotam a mesma linguagem), que pode acabar por enfraquecer a comunidade de Modelagem no âmbito da pesquisa, e por outro, no contexto da formação inicial, pode gerar uma aprendizagem equivocada sobre alguns aspectos práticos da Modelagem. Quando isso se manifesta no âmbito da experiência, a prática pode se tornar confusa, e os procedimentos da atividade configurarem-se em etapas/momentos incertos do ponto de vista desse professor, o que pode gerar um desconforto e um receio em aderir esses modelos de práticas futuramente. No entanto, quando essas reflexões são tomadas por graduandos, orientados por professores/pesquisadores que possuem certa clareza sobre essas definições, entendemos que o debate qualificado sobre as diferentes nuances da Modelagem se torna rico, principalmente para esclarecimentos dessa tendência no âmbito da Educação Matemática e para futuras escolhas fundamentadas.

Posteriormente procuramos analisar a categoria C8, intitulada “*Abordagens e técnicas para produção dos trabalhos*”. No que tange a essa categoria, a pesquisa

revela que os trabalhos têm se concentrado em pesquisas qualitativas e pesquisa-ação, que se trata de um desdobramento da pesquisa qualitativa.

Embora reconheçamos que a totalidade dos trabalhos são concernentes às abordagens qualitativas de pesquisa, concordamos ainda com Araujo (2009), quando aponta uma necessidade de “[...] aprender com as pesquisas já realizadas no Brasil e no exterior, por meio de uma ampla revisão da literatura, a fim de propor pesquisas inovadoras, que tragam efetivos avanços, e que primem pelo rigor metodológico” (idem, p. 12). Ou seja, além de ampliar o perfil da produção nesse contexto, indica uma necessária adoção das questões metodológicas, que de certa forma converge para as asserções descritas na categoria C3, sobre rigor e cientificidade das pesquisas (LAPERRIÈRE, 2010).

Em concordância, a produção analisada, ao se concentrar em relatos de experiências,

[...] carecem de discussões sobre aspectos epistemológicos e ontológicos, que sustentam esses procedimentos. Embora a discussão sobre esses aspectos não necessite estar explícita e constituir-se um item específico, é de se esperar que ela se evidencie no discurso pelo qual a pesquisa é explicitada (BICUDO; PAULO, 2011, p. 281).

É admissível afirmarmos que a abordagem está implícita aos dados revelados pela pesquisa. Mostrando-se relevante essa abordagem para a pesquisa em Modelagem, uma vez que, ela permite explorar e aprofundar conceitos que efetivamente contribuem para a formação. No entanto, poucos trabalhos procedem com essa reflexão e permanecendo apenas na descrição das atividades, uma vez que são tomados em sua pragmaticidade.

Outros aspectos evidenciados dessas pesquisas geraram a categoria C9, intitulada “*Características das atividades desenvolvidas*”. Nesta categoria, destacaram-se as ações desenvolvidas no decorrer dos trabalhos analisados. Sendo elas: 1) indicações de leituras; 2) atividades realizadas em grupos; 3) orientações sobre as atividades em horários específicos; 4) obtenção de modelos; 5) invalidação de modelos; 6) leituras e interpretações; 7) construção de experimentos, pesquisa e coleta de dados em empresas; 8) utilização de softwares; 9) sistematização matemática dos problemas; 10) apresentações sobre os temas; 11) estudo em

dimensão teórico-epistemológica e 12) abordagem de conteúdos matemáticos para o desenvolvimento das atividades.

Considerando essa categoria, e num movimento de interrogar essas unidades à luz da questão, *“O que se mostra nos trabalhos de formação inicial de professores em Modelagem Matemática na Educação Matemática, publicados no V EPMEM?”*, a pesquisa nos mostra a adoção, de uma pluralidade de encaminhamentos para a concretização das atividades no âmbito da formação inicial, com Modelagem. Desse modo, essas ações revelam que as atividades de Modelagem tem se efetivado a partir de discussões em grupos, alimentadas por pesquisas de campo e pesquisas bibliográficas, que a nosso ver, conduzem os estudantes a buscarem dados e, a partir deles, produzirem o conhecimento. Embora essa prática sinalize para uma abordagem verificacionista, de buscar compreender empiricamente o conhecimento, tende a apontar resultados significativos frente ao discurso dos resultados evidenciados.

Não pretendemos aqui defender uma ou outra postura, mas, o processo desencadeado pela Modelagem, particularizado por essa pesquisa, representa sua validação enquanto proposta, por se relacionar com problemáticas contextuais dos próprios estudantes, conforme elucidaram os trabalhos analisados. Nesse contexto, o (des) envolvimento dos estudantes, bem como, do avanço profissional do docente, acentua-se, quando olhamos para os aspectos que caracterizaram essas atividades.

Diante de nossas unidades destacadas e estabelecendo as devidas convergências entre elas, também emergiu a categoria C10, *“Conclusões das atividades desenvolvidas com Modelagem Matemática na formação inicial”*.

Manifestaram-se de modo geral, nesta categoria, os indícios de que a Modelagem Matemática, motiva os estudantes para aprendizagem, por relacionar problemas cotidianos à matemática de um modo geral. Destacaram-se ainda que os estudantes são corresponsáveis pelos resultados nessas atividades; que a Modelagem possibilita a abordagem múltipla de conteúdos; que ela tende a propiciar uma nova visão de mundo, bem como, de disciplinas específicas; é emergente como uma prática de componente curricular; tende a propiciar melhoras na linguagem oral e escrita, além de possibilitar a apreensão de novos conceitos, desenvolvendo uma formação integral dos sujeitos envolvidos.

Esses resultados representam o campo de potencialidades que a Modelagem oferece aos estudos da Educação Matemática, quando diz respeito ao ensino, a aprendizagem e a pesquisa científica nessa região de inquérito.

Delineando um olhar interpretativo sobre essas asserções, não obstante outras que não emergiram nessa pesquisa, fica evidente que essas pesquisas oferecem inúmeras possibilidades à formação, no que tange aos elementos característicos dessa tendência, por exemplo, os pontos que justificam sua implementação (KLÜBER, 2010). Para elucidar uma dessas características, parafraseamos um estudo realizado por Pereira (2010), quando diz que a Modelagem ao ser implementada, tende a estimular a criatividade, envolvendo questões práticas que possibilitarão aos estudantes desenvolverem sua autonomia, em decorrência da produção própria do conhecimento. Tendo em vista a reflexão e, a produção de trabalhos como estes que foram analisados, a Modelagem passa ser inserida nesse contexto como uma proposta inovadora¹⁴ não só para as práticas pedagógicas, mas também como alternativa, que deve trazer implicações para um novo modelo de formação.

Gostaríamos de abrir um parêntese nessa categoria. Seria mais uma questão para refletirmos, que tem emergido em algumas discussões no grupo de pesquisa, intitulado pelo projeto de pesquisa já mencionado. Quando nos deparamos com essas potencialidades da Modelagem, em particular na formação de professores, outra questão que tem despertado atenção é: quais os embates para a formação docente com Modelagem, ancoradas pela limitação da Modelagem, que se manifesta nas pesquisas e até mesmo nas práticas com essa tendência?.

Pensando nessa formação, passamos a indagar: Qual o papel a ser desenvolvido nessas atividades, por aqueles que queremos formar? Nesse sentido, a categoria C11, "*O papel do estudante nas atividades*", nos surge como um indicativo. Ela revelou que os estudantes desenvolveram atividades em grupos e desempenharam funções diversas. A pesquisa mostrou que os estudantes, de modo geral, demonstraram interesses em participar, pesquisar e formular situações que necessitavam de conhecimentos matemáticos para obterem respostas significativas.

¹⁴ Justificamos o termo "inovadora", tendo em vista, que as primeiras produções científicas, como teses e dissertações, que relacionam à Formação de Professores só emergiram após 2001 (TAMBARUSSI; KLÜBER, 2014).

As ações desenvolvidas por eles concentraram-se em elaborar situações, projetos, pesquisar, aplicar os conhecimentos, bem como, durante todo esse processo, refletirem sobre a construção do conhecimento e dos impactos gerados por essas problemáticas enunciadas.

É essa posição evidenciada pela pesquisa que é almejada pelas atividades de Modelagem. Isso nos mostra que na formação inicial, essa postura do estudante está arraigada de benefícios para sua própria formação. Aliás, ele se torna corresponsável por sua aprendizagem, por se tornar participante do processo em conjunto com seu professor.

Tendo em vista a categoria C12, última categoria emergente dessa pesquisa, intitulada, “*Temáticas e questões de discussões durante as atividades*”, destacaram-se o envolvimento dos estudantes para estabelecer relações, determinar e coletar dados, fazer previsões, discutir e refletir sobre as problemáticas investigadas. Os assuntos investigados consistiram em temáticas diversas, relacionadas ao meio ambiente, ao número de contas existentes do Facebook, à colocação de forros em uma residência, ao uso de um *software* e a um experimento físico.

É nesse sentido que a Modelagem deve emergir no contexto educacional, buscando investigar os fenômenos existentes que devem ser de interesse dos próprios estudantes. Embora as atividades tenham apresentado esse interesse e sendo propostas diretamente por estudantes e/ou professores, destacamos aqui a importância desse papel, de proporcionar discussões contextuais, uma vez que, no âmbito da formação essa abordagem contribui não só para o desenvolvimento da atividade, mas também para o aprendizado coerente dessa proposta enquanto implementação futura. É nesse sentido que parafraseamos o estudo realizado por Barbosa (2001), quando conjuga concepções e contexto, como uma das formas de gerar conhecimentos, ligados à experiência e à prática no âmbito da formação.

Cabe aqui salientarmos também, o papel que as propostas de Modelagem trazem implicitamente para o ensino da matemática, delineado pelo “[...] desenvolvimento de uma prática pedagógica visando à compreensão do fato, à construção de justificativas que permitam ao aluno utilizá-lo de maneira coerente e convenientemente na sua vida escolar e extraescolar” (DAVID *apud* PEREIRA,

2010, p. 123). Destacamos, também, que tanto as temáticas como as discussões que são decorrentes dela, influenciam no processo de formação, pois ao definir a temática a ser investigada torna-se importante, que ela esteja articulada as expectativas criadas por aqueles que a experenciam.

Essa ideia vai ao encontro do que a pesquisa nos revela, quando as atividades exigiram pesquisas em empresas da cidade, em sítios eletrônicos e abordaram assuntos relacionados aos problemas e curiosidades comuns à comunidade acadêmica específica.

Algumas considerações

A realização dessa pesquisa propiciou conhecer um pouco mais sobre a Modelagem Matemática no âmbito da formação inicial de professores. Permitiu não apenas a nós, mas a todos que se interessar, ter uma visão geral sobre alguns aspectos que engendram a formação inicial de professores de Matemática articulada a Modelagem Matemática, no âmbito da Educação Matemática.

Desse modo, apontamos que, quando colocamos a questão: *“o que se mostra sobre a formação inicial de professores em Modelagem Matemática na Educação Matemática, nos trabalhos publicados no V EPMEM sob essa temática?”*, várias respostas, arraigadas de conceitos e concepções se manifestam e, cabe a nós, refletir sobre a complexidade dos elementos que constitui esse entorno. Assim, ao atentarmos para esse processo de reflexão, a pesquisa sinaliza avanços na formação inicial de professores com Modelagem Matemática na Educação Matemática, uma vez que, sua presença se manifestou nesse nível de ensino, tanto em instituições públicas quanto privadas. A Modelagem nesse sentido tem sido disseminada por um coletivo pluralístico de área de formação, o que pode justificar o perfil das atividades desenvolvidas, articulada às concepções de Modelagem assumidas, bem como, outras características dessas atividades, como, tempo, espaço, objetivos e temáticas de investigação. Mas que por ora, essas aparições não extinguem a pesquisa em Modelagem nesse âmbito, de persistir com esse avanço, em busca de investigações com um olhar diferenciado, até porque, inúmeros embates foram apontados no decorrer de nossas interpretações.

Referências

- ALMEIDA, M. W. de; VERTUAN, R. E. Discussões sobre “como fazer” modelagem matemática na sala de aula. In: ALMEIDA, M. W. de; ARAÚJO, J. L.; BISOGNIN, E. (Org.). *Práticas de Modelagem Matemática: relatos de experiências e propostas pedagógicas*. Londrina: Eduel, 2011, p. 19-43.
- ARAUJO, J. L. Pesquisas sobre modelagem em eventos científicos recentes de educação matemática no Brasil. In: Seminário Internacional de Pesquisa em Educação Matemática, 4., 2009, Taguatinga. *Anais...* Taguatinga: Sociedade Brasileira de Educação Matemática, p. 1-15, 2009.
- BICUDO, M. A. V.; KLÜBER, T. E. Pesquisa em Modelagem Matemática no Brasil: a caminho de uma metacompreensão. *Cadernos de Pesquisa*. São Paulo. v.41. n.144, p. 904-927, 2011.
- BICUDO, M. A. V.; KLÜBER, T. E. A questão de pesquisa sob a perspectiva da atitude fenomenológica de investigação. *Conjectura: Filos. Educ.*, Caxias do Sul, v. 18, n. 3, p. 24- 40, 2013.
- BARBOSA, J. C. Modelagem matemática e os professores: a questão da formação. *Bolema*, Rio Claro, n. 15, p. 5-23, 2001.
- BARBOSA, J. C. Sobre a pesquisa em modelagem matemática no Brasil. In: Conferência Nacional sobre Modelagem na Educação Matemática, 5, 2007, Ouro Preto. *Anais...* Ouro Preto: UFMG, 2007. p. 82-102.
- BICUDO, M. A. V. *Pesquisa qualitativa segundo a visão fenomenológica*. São Paulo: Cortez, 2011.
- BICUDO, M. A. V.; PAULO, R. M. Um Exercício Filosófico sobre a Pesquisa em Educação Matemática no Brasil. *Bolema*, Rio Claro, v. 25, n. 41, p. 251-298, 2011.
- BURAK, D. Modelagem Matemática sob um olhar de Educação Matemática e suas implicações para a construção do conhecimento matemático em sala de aula. *Revista de Modelagem e Educação Matemática*, Blumenau, v. 1, n. 1, p. 10-27, 2010.
- CALDEIRA, A. D. Modelagem matemática na formação do professor de matemática: desafios e possibilidades. In: ANPED SUL. *Anais...* Curitiba: UFPR. 2004. 1 CD-ROM, p. 1-14.
- KLÜBER, T. E. Modelagem Matemática: revisitando aspectos que justificam a sua utilização no ensino. In: *Modelagem Matemática uma perspectiva para a Educação Básica*. Ponta Grossa: Editora UEPG, 2010, p.97-114.

KLÜBER, Tiago Emanuel. Atlas/t.i como instrumento de análise em pesquisa qualitativa de abordagem fenomenológica. *ETD - Educação Temática Digital*, Campinas, SP, v. 16, n. 1, p. 5-23, mar. 2014. Disponível em: <<https://www.fe.unicamp.br/revistas/ged/etd/article/view/5727>>. Acesso em: 26 mai. 2015.

LAPERRIÈRE, Anne. Os critérios de cientificidade dos métodos qualitativos. In: *A pesquisa qualitativa: enfoques epistemológicos e metodológicos*. 2 ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2010, p. 410-435.

PEREIRA, E. A Modelagem matemática e o papel do professor de Matemática para o desenvolvimento da criatividade. In: BRANDT, C. F.; BURAK, D.; KLÜBER, T. E. *Modelagem Matemática: uma perspectiva para a Educação Básica*. Ponta Grossa: UEPG, p. 115-126, 2010.

SAVIANI, D. Formação de professores: aspectos históricos e teóricos do problema no contexto brasileiro. *Rev. Bras. Educ. (online)*. Rio de Janeiro, v 14, n. 40, p. 143-155, 2009.

TAMBARUSSI, Carla Melli; KLÜBER, Tiago Emanuel. Focos da pesquisa stricto sensu em Modelagem Matemática na Educação Matemática brasileira: considerações e reflexões. *Educação Matemática Pesquisa*. São Paulo, v. 16, n. 1, p. 209-225, 2014.