

CONCEPÇÕES DE MODELAGEM MATEMÁTICA NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES EM MODELAGEM MATEMÁTICA

Elhane de Fatima Fritsch Cararo
Universidade Estadual do Oeste do Paraná – Cascavel
elhaneff@gmail.com

Tiago Emanuel Klüber
Universidade Estadual do Oeste do Paraná – Cascavel
tiagokluber@gmail.com

Resumo:

A Modelagem Matemática tem sido foco de diferentes pesquisas na área da Formação de professores, o que é visto nas publicações em eventos da área e em revistas científicas. No entanto, a formação de professores em Modelagem Matemática, contexto em que estamos inseridos, tem nos inquietado no sentido de conhecer o que é a Modelagem Matemática para o professor da Educação Básica. Assim, a interrogação que permeia a discussão nesse artigo é: *O que é isto, Modelagem Matemática para os professores que ensinam Matemática na Educação básica?* Este artigo se propõe primeiramente a expor algumas concepções de Modelagem Matemática presentes em uma formação de professores em Modelagem Matemática que se desenvolve desde outubro de 2015, no município de Francisco Beltrão e discutir a necessidade de se apresentar diferentes concepções de Modelagem Matemática na Formação de professores como forma de incentivo para a implementação da Modelagem Matemática de maneira efetiva nas salas de aula da Educação Básica.

Palavras-chave: Práticas pedagógicas; Ensino da Matemática; Modelo de formação.

A formação de professores em Modelagem Matemática

Quando se almeja um ensino mais significativo tanto para quem ensina, quanto para quem aprende, a formação continuada do professor de Matemática se torna um desafio para aqueles “[...] que acreditam ser vital o desenvolvimento de um espírito investigativo e crítico na construção do conhecimento” (LEITE, 2008, p. 116).

Nesse sentido, uma importante contribuição é dada por Fiorentini (1995) quando escreve que as diferentes concepções entre os professores de Matemática resultam em uma maneira diferente de ver e ensinar a Matemática. Assim, o professor que acredita que o aluno aprende Matemática por meio da memorização, da resolução de exaustivas listas de exercícios, onde o professor é transmissor de conteúdo, também terá uma prática diferente daquele que entende que o aluno aprende construindo conceitos a partir de ações reflexivas, de situações-problema e da contextualização do saber matemático por meio de atividades que possuam significado para ele (FIORENTINI, 1995).

De maneira geral, a consideração de Burak (2010, p. 12) se faz pertinente ao debate, quando diz que uma “[...] prática revela muito sobre quem a pratica: suas concepções, seus valores, a concepção de homem que se quer formar”, esse ponto é a chave da formação continuada em Modelagem Matemática. Os professores agem pedagogicamente conforme suas concepções, suas crenças, seus constructos pessoais (FIORENTINI, 1995; GARCIA, 1999).

Nesse sentido, entende-se que o professor desempenhará suas funções em conformidade com suas concepções. “Cabe, portanto, considerar a formação de professores como uma das questões prioritárias, se não a mais importante, no âmbito da proposta de Modelagem no ensino” (BARBOSA, 2001, p. 3). Considerando as formações continuadas de professores, que participamos antes da formação que estamos inseridos, ou seja, anterior a 2015 ou, ainda, as que nos foram relatadas, quando há menção à Modelagem Matemática, ela ocorre de maneira quase que informativa, desconexa da prática em sala de aula e provém de um olhar limitado, ou seja, a partir de uma concepção apenas.

Nessa perspectiva, Barbosa (2001, p. 7) expressa que as “[...] concepções, metaforicamente falando, funcionam como lentes pelas quais o sujeito dá significados às suas experiências”. Em outras palavras, se o professor se deparar com experiências inovadoras, que possuam sentido para ele, essas irão interferir futuramente em suas concepções. “O erro, porém, está em considerar que isto é possível em curto espaço de tempo” (ibid., p. 7).

Compreendemos, por fazer parte do contexto da Formação de professores em Modelagem Matemática¹, que ao tratarmos da Modelagem Matemática é necessário que o professor tenha contato, também, com as diferentes concepções de Modelagem Matemática, não apenas no sentido teórico. Mas no sentido de ter a oportunidade de desenvolver e discutir, na formação em Modelagem Matemática, atividades que sejam de concepções diferentes e a partir de sua vivência com a Modelagem, o professor visualize as possibilidades de cada uma e as compreenda com maior profundidade. Principalmente no sentido de diferenciar as concepções que estão relacionadas à Matemática aplicada e à Educação Matemática (KLÜBER; BURAK, 2008), isso porque, consideramos que a Matemática na Educação Básica precisa estar próxima do contexto do aluno para que seja significativa para ele e gere

¹Estamos inseridos no Projeto de Extensão Formação de Professores em Modelagem Matemática na Educação Matemática aprovado em 28/10/2015 sob o parecer 087/2015-CCET (KLÜBER, T. E. et al, 2015a) e no Projeto de Pesquisa Formação de Professores em Modelagem Matemática na Educação Matemática: Compreensões e desvelamentos com número CAAE 50933215.0.0000.0107 e data de início 17/12/2015 (KLÜBER, T. E. et al, 2015b).

compreensões das situações vividas e o estimule a ser atuante e participativo no meio em que vive.

Portanto, ao pensar a formação de professores em Modelagem Matemática na Educação Matemática, parece incipiente mostrar ao professor apenas o como proceder, ou o que é uma atividade de Modelagem. É necessário um olhar na via de mão dupla do ensinar e do aprender. Para ensinar o professor precisa aprender, mas não apenas no sentido de saber como fazer, no sentido mais amplo, o de compreender o que está ensinando, como ensina e para que ensina.

Assim, nossa inquietação pode ser expressa pela interrogação: *O que é isto, Modelagem Matemática para os professores que ensinam Matemática na Educação básica?* A interrogação nos leva a produzir discussões e contribuições sobre o que é a Modelagem para o professor da Educação básica, no sentido de que nos preocupamos em como os professores poderão desenvolver a Modelagem sem conhecer as concepções dos autores que propõe o trabalho com ela.

Ressaltamos que essa preocupação se dá pelo fato de participarmos de uma formação continuada em Modelagem Matemática e percebermos que, inicialmente, mesmo os professores que já participaram de outras formações que trataram da Modelagem, desconheciam as diferentes concepções. Pretendemos, a partir desse artigo, colaborar para a disseminação dessas concepções e a discussão sobre a sua circulação no âmbito da formação de professores em Modelagem Matemática.

Outro aspecto que enfatizamos quanto à presença da Modelagem e a formação continuada de professores é a diferenciação que fazemos quanto à formação de professores em Modelagem Matemática na Educação Matemática² e de Modelagem Matemática na formação de professores. A primeira, se refere ao modelo de formação em que estamos inseridos, modelo formativo que propõe ao professor mais do que conhecer e compartilhar atividades de Modelagem. Propõe a negociação das concepções de ensino e aprendizagem dos participantes, a reflexão sobre a ação e a possibilidade da experimentação da Modelagem em situações simuladas de sala de aula, além da fundamentação teórica para elaboração de atividades de Modelagem e o compartilhamento das atividades elaboradas entre os participantes da formação e demais colegas da área sendo, os participantes, disseminadores

²Por formação em Modelagem Matemática entendemos uma formação em que a Modelagem esteja presente tanto na teoria quanto na prática da formação, que propicia um experienciar da Modelagem e que decorre de um saber-fazer do formador, o que se difere de Modelagem Matemática na formação na qual a Modelagem é apresentada ao participante de maneira teórica.

dessa tendência. Enquanto que a segunda, em nossa compreensão propõe a apresentação e o compartilhar atividades de Modelagem Matemática.

Desse modo, compreendemos que desenvolver Modelagem na sala de aula solicita um conhecimento mínimo, por parte do professor, sobre aquilo que ele se dispõe a trabalhar e, ainda, que se convença de seus benefícios, de suas potencialidades, possibilitando-lhe transcender esse convencimento e desenvolver de modo efetivo a Modelagem nas salas de aula da Educação Básica. Assim, na seção seguinte, sintetizamos algumas concepções de Modelagem Matemática que foram abordadas por nós na formação continuada de professores de Matemática em Modelagem Matemática, a qual se desenvolve no município de Francisco Beltrão, desde outubro de 2015. Essas concepções estão presentes em trabalhos publicados nos eventos da área de Modelagem, em artigos publicados em periódicos, em dissertações e teses.

Concepções de Modelagem Matemática segundo alguns autores

Diferentes concepções de Modelagem Matemática são assumidas pelos autores que tratam dessa importante tendência da Educação Matemática. Para dar conta de aprofundar o debate sobre algumas dessas concepções, elegemos cinco autores. O critério para escolha desses autores se deu em consonância com nossas leituras e participações em eventos como a Conferência Nacional sobre Modelagem na Educação Matemática – CNMEM, o Encontro Paranaense de Educação Matemática – EPREM e o Encontro Nacional de Educação Matemática – ENEM. Salientamos que essas concepções estão presentes nos trabalhos, desses autores, publicados em livros, revistas, anais de eventos, teses e dissertações.

A apresentação dos autores ocorre na ordem cronológica à apresentação de trabalhos referentes à Modelagem Matemática, tendo como precursor o professor Rodney Carlos Bassanezi, que iniciou o trabalho com Modelagem ainda na década de 1980 e foi orientador de mestrado de Dionísio Burak que concluiu seu trabalho em 1987 e de Maria Salett Biembengut que concluiu em 1990, ambos citados na sequência neste trabalho.

No contexto da formação em Modelagem Matemática, destacam-se, ainda, Jonei Cerqueira Barbosa, cujos primeiros textos sobre Modelagem aparecem em 1999 e Lourdes Werle de Almeida que tem publicações de trabalhos referentes à Modelagem Matemática desde 2000.

Assim, apresentamos nas seções seguintes, de modo breve as concepções de Modelagem Matemática segundo os autores aqui elencados.

A Modelagem para Bassanezi

Bassanezi³ (1999, p. 9) considera que “[...] a descontextualização, por exemplo, é uma marca forte no âmbito da pesquisa em Matemática assim como da prática em Educação Matemática”. O autor enfatiza que na educação “[...] a aprendizagem realizada por meio da modelagem facilita a combinação dos aspectos lúdicos da matemática com seu potencial de aplicações” (2002, p. 16). O que se constitui em uma possibilidade para que o estudante direcione suas habilidades para realizar as atividades propostas de forma mais efetiva.

Nessa perspectiva, Bassanezi (2002, p. 16) define a Modelagem Matemática como a “[...] a arte de transformar problemas da realidade em problemas matemáticos e resolvê-los interpretando suas soluções na linguagem do mundo real”. Considera que “[...] o processo usual é selecionar, no sistema, argumentos ou parâmetros considerados essenciais e formalizá-los através de um sistema artificial: o modelo [...]”. Sendo esse, a representação de um sistema, definido pelo pesquisador como Modelo Matemático, ou seja, “[...] um conjunto de símbolos e relações matemáticas que representam de alguma forma o objeto estudado” (BASSANEZI, 2002, p. 20).

Para o autor a Modelagem Matemática segue seis etapas as quais são expressas no quadro 1.

Etapas	A que se refere
Experimentação	Processo laboratorial onde se obtém os dados necessários. A obtenção dos dados é ditada pela natureza do experimento e seus objetivos.
Abstração	Procedimento que leva a formulação de modelos Matemáticos que contempla a seleção de variáveis, a problematização, elaboração de hipótese e simplificação.
Resolução	É a obtenção do modelo matemático, esse modelo substitui a linguagem natural pela linguagem matemática.
Validação	A aprovação ou não do modelo proposto. Os modelos são confrontados com os dados empíricos, comparando as soluções e previsões.
Modificação	Reformulação do modelo, quando há necessidade. Segundo o autor, nenhum modelo deve ser considerado definitivo e, ainda, um bom modelo propicia a formulação de novos modelos.

³Rodney Carlos Bassanezi, possui graduação em Matemática pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (1965), mestrado em Matemática pela Universidade Estadual de Campinas (1971) e doutorado em Matemática pela Universidade Estadual de Campinas (1977). Disponível na página <<http://buscatextual.cnpq.br/buscatextual/visualizacv.do?id=K4787073A6>>. Acesso em fevereiro de 2016.

Aplicação	Ao contexto que o modelo foi desenvolvido, para o autor a Modelagem eficiente permite fazer previsões, tomar decisões e entender, influenciar nas decisões a serem tomadas.
-----------	---

Quadro 1: Etapas da Modelagem para Bassanezi

Fonte: os autores – adaptado de Bassanezi (2002, p. 26-31)

A Modelagem para Burak

Dionísio Burak⁴ (1992, p. 62) assume a Modelagem Matemática como “[...] um conjunto de procedimentos cujo objetivo é construir um paralelo para tentar explicar, matematicamente, os fenômenos presentes no cotidiano do ser humano, ajudando-o a fazer predições e a tomar decisões”. Concepção semelhante à descrita pelo autor em 1987, em seu trabalho de dissertação e que foi sendo aperfeiçoada conforme a trajetória do pesquisador em perseguição ao seu objeto de estudo⁵.

Inicialmente as etapas estavam fundamentadas sob a orientação da Matemática aplicada, numa visão mais positivista, em que se priorizava a construção de modelos e atividades definidas anteriormente pelo pesquisador (KLÜBER; BURAK, 2008). No esforço por romper com a visão de ciência mencionada e buscar maior significado ao que é ensinado e ao que é aprendido as “[...] etapas foram reformuladas em decorrência de dois princípios: 1) o interesse do grupo; e 2) a obtenção de dados do ambiente em que se localiza o interesse do grupo (influências antropológicas)” (KLÜBER; BURAK, 2008, p. 31).

O autor sugere cinco etapas para desenvolver a Modelagem Matemática. Essas etapas são descritas, em síntese, no quadro 2.

Etapas	A que se refere
Escolha do tema	A escolha do tema para o desenvolvimento da Modelagem Matemática, escolha que parte do interesse do grupo ou dos grupos de estudantes envolvidos.
Pesquisa exploratória	A etapa em que os alunos são incentivados a buscar dados sobre o tema escolhido, pode ser uma pesquisa bibliográfica ou de campo.
Levantamento do(s) problema(s)	Ao momento em que os alunos são incentivados a fazer relações entre o que pesquisaram e a Matemática, sustentados pela coleta de dados, eles podem propor problemas simples ou complexos que permitam a utilização dos conhecimentos.

⁴Prof. Dr. Dionísio Burak, possui graduação em Matemática pela Universidade Estadual do Centro-Oeste (1973), mestrado em Ensino de Matemática pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (1987) e doutorado pela Universidade Estadual de Campinas (1992). Disponível na página <<http://buscatextual.cnpq.br/buscatextual/visualizacv.do?id=N481030>>. Acesso em fevereiro de 2016.

⁵A trajetória de Burak na Modelagem Matemática foi descrita em um artigo intitulado *Modelagem Matemática: Experiências vividas*, escrito pelo próprio autor em 2005.

Resolução do(s) problema(s) e desenvolvimento dos conteúdos no contexto do tema	A etapa em que se faz uso do conhecimento matemático, os conteúdos matemáticos apresentam-se relevantes e significativos, se prioriza a ação do estudante na sua elaboração.
Análise crítica das soluções	Ao debate propiciado e que pode suscitar um olhar diferenciado para o trabalho realizado. Oportunidade de o aluno refletir sobre suas intenções e descobertas e que auxilia na formação de um cidadão mais participativo. É o ponto forte da Modelagem.

Quadro 2: Etapas da Modelagem para Burak

Fonte: Os autores – adaptado de Burak (2010, p. 21-24)

É importante destacarmos que a concepção descrita “[...] ao eleger o ‘interesse do aluno’ como princípio, rompe com a forma usual de se deflagrar o processo de ensino na maioria das nossas escolas” (BURAK, 2005, p. 10) e proporcionará, ao professor, maior reflexão quanto a sua ação, além de um “[...] ensino de matemática que seja mais dinâmico que dê mais significados às ações desenvolvidas, tornando o nosso aluno mais atento, mais crítico” (ibid., p. 12).

A Modelagem para Biembengut

Maria Salett Biembengut⁶ (1999) considera que a Modelagem Matemática é um procedimento que envolve a criação de um modelo⁷, interligando a Matemática e a realidade, um conjunto de símbolos e relações matemáticas que traduzem, de alguma maneira, um fenômeno estudado.

Concepção que é reafirmada pela pesquisadora em 2005, no livro *Modelagem Matemática no Ensino*, em coautoria com Nelson Hein, onde escreve que a Modelagem “[...] uma arte, ao formular, resolver e elaborar expressões que valham não apenas para uma solução particular, mas que também sirvam posteriormente, como suporte para outras aplicações e teorias” (BIEMBENGUT; HEIN, 2005, p. 13).

Para os autores, “[...] a Matemática e a realidade são dois conjuntos disjuntos e a Modelagem é um meio de fazê-los interagir” (BIEMBENGUT; HEIN, 2005, p. 13).

A Modelagem Matemática, para a pesquisadora, está dividida em três etapas, subdivididas em seis subetapas, as quais podem ser visualizadas no quadro 3.

⁶Prof. Dr. Maria Salett Biembengut é matemática com especialização na UNICAMP, pedagoga, mestra em Educação Matemática pela UNESP, doutora em Engenharia de Produção e Sistemas pela UFSC e pós-doutora em Educação pela USP (2003) e pela University of New Mexico (USA) (2009). Disponível na página <<http://buscatextual.cnpq.br/buscatextual/visualizacv.do?id=K4766543T6>>. Acesso em fevereiro de 2016.

⁷Modelo é uma imagem que se forma na mente, no momento em que se fazem relações, quando se busca compreender e expressar de forma intuitiva uma sensação. A elaboração de um modelo depende do conhecimento que se tem e pode ser formulado a partir de expressões numéricas ou fórmulas, tabelas, programas de computação entre outros (BIEMBENGUT; HEIN, 2005).

Etapas	Subetapas	A que se refere
Interação	Reconhecimento da situação-problema	A busca de informações sobre o tema por meio de livros, revistas, experiência de campo ou mesmo entrevistas com profissionais da área. Não há necessidade de encerrar uma etapa para iniciar a outra.
	Familiarização com o assunto a ser estudado (referencial teórico)	
Matematização	Formulação do problema (hipótese)	Em transpor a situação-problema para uma linguagem matemática. Tem por objetivo chegar a um conjunto de expressões aritméticas, fórmulas, equações algébricas, gráfico, representações, ou programa computacional, que levem a solução ou permitam a dedução de uma solução.
	Resolução do problema em termos do modelo	
Modelo Matemático	Interpretação da solução	A avaliação que confirma o nível de aproximação do modelo com a situação problema. Procedimento que se dá por meio da interpretação do modelo no que diz respeito às implicações da solução e de sua validação. Se os modelos não atenderem as necessidades do problema, se retorna a etapa da matematização e se faz os ajustes necessários.
	Validação do modelo (avaliação)	

Quadro 3: Etapas da Modelagem para Biembengut

Fonte: Autores – Adaptado de Biembengut e Hein (2005, p. 13-14)

Sugere-se, ainda, a descrição da atividade, em forma de relatório, no qual se registre o desenvolvimento do processo, possibilitando a utilização do modelo de forma adequada para os que vierem a fazer uso do mesmo (BIEMBENGUT; 1999, BIEMBENGUT; HEIN, 2005).

A Modelagem para Barbosa

Para Jonei Cerqueira Barbosa⁸ (2001, p. 2) a Modelagem se constitui “[...] como um ambiente de aprendizagem no qual os alunos são convidados a indagar e/ou investigar, por meio da Matemática, situações oriundas de outras áreas da realidade”. Podem ser, então, situações provenientes de outras áreas do conhecimento. Não havendo a necessidade de, inicialmente, o tema ter relação direta com a Matemática. Esse fato pode proporcionar a formulação de problemas que não tenham como resolução cálculos matemáticos elaborados.

Os conceitos e ideias matemáticas que serão explorados na atividade de Modelagem, dependem do encaminhamento realizado e, portanto, só se saberá à medida que as atividades

⁸Professor Dr. Jonei Cerqueira Barbosa, possui graduação em Matemática pela Universidade Católica do Salvador (1997), doutorado em Educação Matemática pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (2001) e estágio pós-doutoral na London South Bank University (2008) e na University of London (2013-2014). Disponível em <<http://buscatextual.cnpq.br/buscatextual/busca.do>>. Acesso em fevereiro de 2016.

forem desenvolvidas, propiciando o que o autor considera como atividade de natureza “aberta”, o que impossibilita “garantir a presença de um modelo matemático propriamente dito na abordagem dos alunos” (BARBOSA, 2001, p. 5).

Para Barbosa (2001, p. 5), o “[...] termo ‘ambiente’ diz respeito a um lugar ou espaço que cerca, envolve”. Dessa forma, um ambiente de Modelagem é aquele que estimula os alunos a investigarem situações oriundas de outras áreas que não a Matemática, por meio da Matemática. Os alunos são convidados a fazer parte desse ambiente de Modelagem. À medida que os alunos se sentem interessados pela indagação e investigação, estes passam a se envolver e, então desenvolver o trabalho com modelagem.

Segundo o autor, o ambiente de aprendizagem da Modelagem se configura em três casos que indicam o grau de abertura da atividade. Este grau de abertura aumenta no decorrer das práticas realizadas e tem por expectativa que os alunos assumam a condução das atividades. Os casos são explicitados de forma breve no quadro 1.

Caso	A que se refere
1. Problematização de uma situação real.	O professor apresenta um problema, com dados qualitativos e quantitativos, e os alunos investigam, sem a necessidade de sair da sala para coleta de novos dados. A atividade não é muito extensa.
2. Apresentação, pelo professor, de um problema aplicado, a partir de dados coletados pelos alunos por meio da investigação.	Os alunos se deparam com o problema para investigar, tendo que coletar dados fora da sala. O professor formula o problema inicial e os alunos são responsáveis pela condução das tarefas.
3. Por meio de um tema gerador os alunos coletam informações quantitativas e qualitativas, formulam e solucionam problemas.	São atividades desenvolvidas a partir de temas não-matemáticos, escolhidos pelo professor ou pelos alunos. A formulação do problema, a coleta de dados e a resolução são tarefas dos alunos.

Quadro 4: Casos no ambiente de Modelagem

Fonte: Os autores - adaptado de Barbosa (2004a, p. 4-5).

A concepção aqui descrita, oportuniza a interação do professor, aluno e ambiente, sem imposição da transmissão de conteúdo, mas por meio do convite e do diálogo que procede da convergência de interesses dos alunos e da proposta do professor e se constitui em uma oportunidade para que os alunos se utilizem de diferentes encaminhamentos para a solução adequada dos problemas matemáticos (BARBOSA, 2001).

A Modelagem para Almeida

Lourdes Werle de Almeida⁹ (2006) considera que a Modelagem Matemática é uma alternativa pedagógica na qual se faz uma abordagem, por intermédio da Matemática, de um problema, não essencialmente matemático. Configurando-se “[...] como uma atividade que se desenvolve segundo um esquema – um ciclo de Modelagem – na qual a situação a ser investigada representa um problema para aqueles envolvidos no desenvolvimento da atividade” (ALMEIDA, 2006, p. 122), “[...] caracterizando-se como um conjunto de procedimentos mediante o qual se definem estratégias do sujeito em relação a um problema” (ALMEIDA; SILVA; VERTUAN, 2012, p. 15).

Nesse contexto a Modelagem Matemática envolve 4 fases que são descritas no quadro 5.

Fases	A que se refere
Inteiração	Ao ato de inteira-se, informar-se sobre, mediante a coleta de dados quantitativos e qualitativos, representa o primeiro contato com a situação problema que se inicia na falta de compreensão, de entendimento da situação. Nessa fase o foco central é a escolha do tema e a busca de informações. A inteiração não se limita a primeira fase, pode fazer parte de todo o desenvolvimento da atividade.
Matematização	Ao processo de passagem da linguagem natural, para a linguagem Matemática, a qual pode se utilizar de visualizações, símbolos e descrições. As descrições ocorrem a partir da formulação de hipóteses, da seleção de variáveis e da simplificação referentes às informações obtidas e ao problema em questão.
Resolução	A construção de um modelo matemático que tem por finalidade a descrição da situação e a análise dos aspectos relevantes, a fim de responder as perguntas formuladas e até mesmo fazer previsões para o problema.
Interpretação de resultados e validação	A análise das respostas dos problemas, ou seja, é um processo avaliativo que implica considerar os procedimentos matemáticos utilizados e a representação da situação proposta. Esta fase visa o desenvolvimento, não só de modelos matemáticos, mas de os alunos, avaliarem o processo de construção de modelos e os diferentes contextos de suas aplicações.

Quadro 5: Fases da Modelagem Matemática para Almeida

Fonte: os autores – adaptado de Almeida, Silva e Vertuan (2012, p. 16)

Nessa concepção o termo *problema*, se refere à situação em que “[...] o indivíduo não possui esquemas, a priori, para sua solução. Assim, para a resolução de situações-problema, de modo geral, não há procedimentos previamente conhecidos ou soluções já indicadas” (ALMEIDA; SILVA; VERTUAN, 2012, p. 12).

⁹Prof. Dr. Lourdes Werle de Almeida, possui graduação em Licenciatura em Matemática, Mestrado em Matemática, Doutorado em Engenharia de Produção. No Pós-Doutorado investigou usos da linguagem em Matemática a partir da perspectiva de Wittgenstein. Disponível na página <<http://buscatextual.cnpq.br/buscatextual/visualizacv.do?id=K4707324P8>>. Acesso em fevereiro de 2016.

Os autores enfatizam, ainda, que as fases podem ocorrer de forma não linear, o que caracteriza o dinamismo da atividade.

Nessa concepção se compreende que as atividades de Modelagem Matemática não fazem relação a um conteúdo específico – como os “exercícios de fixação” mas buscam, um modelo capaz de responder a um problema proposto para investigação, o que propicia a abordagem diferenciada dos conteúdos matemáticos que depende dos sujeitos envolvidos e da situação investigada.

Ao analisarmos as concepções de Modelagem Matemática, compreendemos que elas apresentam distanciamentos e aproximações que são fatores importantes para que o professor compreenda o que é a Modelagem Matemática. Na sessão seguinte buscamos fazer considerações sobre as diferentes concepções de Modelagem Matemática na Formação de Professores.

Reflexões

Quando interrogamos: *O que é isto, Modelagem Matemática para os professores que ensinam Matemática na Educação básica?* Nosso olhar, se voltou para a formação em Modelagem Matemática¹⁰, na qual estamos inseridos, em que os professores descreveram situações de tensões e descontentamento em relação a Modelagem e algumas dessas, relacionadas ao desconhecimento das concepções de Modelagem.

Em relação a esse desconhecimento podemos citar como exemplos, a fala de um dos professores participantes da formação em Modelagem Matemática, na qual disse ter se sentido incomodado quando foi questionado sobre como estava desenvolvendo a Modelagem em um projeto que envolvia essa tendência. E que só, mais tarde, em meio a formação em Modelagem Matemática é que ele compreendeu que o questionamento era da concepção utilizada e não do seu trabalho.

Outro exemplo, é que um dos participantes da formação disse não conseguir enxergar a Modelagem Matemática em temas do nosso cotidiano, como por exemplo, em temas trabalhados na formação como a Dengue, a reutilização da água dos ares-condicionados, o

¹⁰Formação de professores de Matemática em Modelagem Matemática no município de Francisco Beltrão, sudoeste do Paraná, no qual estamos inseridos. Sendo a primeira autora a formadora-formanda e o segundo autor o coordenador do Projeto de Extensão Formação de Professores em Modelagem Matemática na Educação Matemática aprovado em 28/10/2015 sob o parecer 087/2015-CCET. O projeto se desenvolve, ainda, em outros dois municípios, no município de Foz do Iguaçu e no município de Tupãssi.

salário mínimo, os impostos e outros. Em outras palavras, isso pode indicar que o professor entende a Modelagem Matemática como decorrente da elaboração de um modelo matemático mais elaborado (BIEMBENGUT, 1999). O que se apresenta diferente das concepções de Burak (1992), de Barbosa (2001) e de Almeida (2006), concepções que trazem o modelo matemático não apenas como aquele que se utiliza de cálculos elaborados, mas como resultado de construções que podem se apresentar sem a utilização de símbolos e relações matemáticas altamente elaborados, mas em uma tabela, em um gráfico, em um texto que demonstre as relações feitas entre o tema tratado e a Matemática.

Além disso, os professores disseram ter receio em utilizar a concepção de Burak (1992), por ser uma concepção “muito aberta” em que os alunos escolhem o tema, elaboram o problema, buscam os dados. No entanto, após a utilização dessa concepção em atividades de Modelagem, sem fazer menção à concepção, os professores, ao se depararem com um texto do autor, em que ele, apresenta uma atividade de Modelagem, disseram que desenvolveriam, em sala de aula, atividades nessa concepção, em outras palavras, os participantes não conheciam a concepção de Burak.

Assim, nos utilizamos de exemplos que ocorreram na formação que estamos inseridos, para evidenciar que os professores ainda têm dúvidas sobre o que é Modelagem e como desenvolvê-la. E essas dúvidas estão relacionadas, em parte, ao pouco conhecimento das concepções de Modelagem.

Em se tratando do ensino da Matemática na Educação Básica entendemos que a Modelagem a ser desenvolvida em sala de aula precisa estar voltada a esse nível de ensino, à Educação básica, ou seja, aquela que tenha como proposta o desenvolvimento do conhecimento matemático de forma instigadora, partindo do interesse e do contexto dos alunos, e ainda, aquela que não prioriza a elaboração de um modelo sofisticado que necessite de um conhecimento mais complexo da Matemática, mas que instigue o aluno para a ampliação do conhecimento matemático de forma significativa, para que ele possa utilizar esses conhecimentos em sua vivência.

Nesse sentido, vemos como necessidade a valorização do caminho percorrido pelo aluno para se chegar à solução ou às soluções do problema, de tal forma que os alunos e o professor entendam como resolução do problema e construção do modelo matemático, tudo aquilo que foi produzido por ele, mediante pesquisa, reflexão e esforço de relação entre o tema e a Matemática.

Nesse sentido, Klüber e Burak (2008, p. 32) fazem considerações importantes sobre algumas concepções de Modelagem no sentido de que a área necessita aprofundar as “[...] investigações que tratem dos fundamentos e teorias que dêem um *locus* próprio à modelagem no âmbito da Educação Matemática na perspectiva das ciências humanas e sociais”. Esse olhar para a Modelagem Matemática na Educação Matemática na perspectiva das ciências humanas e sociais propiciará à área desenvolver um ensino mais significativo e contextualizado aos alunos da Educação Básica. Em outras palavras, propiciará trazer para a sala de aula temas relevantes, do cotidiano dos alunos, para que sejam discutidos, gerando, além dos conhecimentos matemáticos, reflexões quanto à sua atuação no contexto vivido.

Nessa perspectiva, fazemos referência à Modelagem Matemática como modo de ensino dinâmico, que busca romper com o modelo de ensino usual (BURAK, 2010), mas que necessita de uma postura, muitas vezes diferenciada por parte do professor, uma postura de mediador do ensino e da aprendizagem e, ainda, uma pré-disposição para ouvir seus alunos, já que em geral, os temas para desenvolver a Modelagem são temas de interesse dos alunos, ou do cotidiano deles.

É importante ressaltar que esses temas, por serem de interesse dos alunos, ou do cotidiano deles, propiciam maior reflexão dos conteúdos e das questões sociais, políticas e culturas que interferem no meio em que vivem.

Mediante essa explanação, valorizamos a presença de diversas concepções de Modelagem em formações continuadas para professores de Matemática. Essas concepções são o estofo para que o professor visualize as diferentes possibilidades da Modelagem, compreenda as diferenças e semelhanças entre elas contribuindo para que o professor implemente a Modelagem em sala de aula, respaldado por concepções desenvolvidas a partir da pesquisa e discutidas na comunidade científica.

As concepções podem, ainda, possibilitar que o professor assuma formas de ensino inovadoras. Como por exemplo quando se utiliza da concepção de Barbosa (2001), na qual o autor destaca os casos de Modelagem. Esses casos podem favorecer o início da implementação da Modelagem, ou seja, o professor inicia a implementação da Modelagem de uma forma menos aberta, em que ele é responsável pela escolha do tema, elaboração do problema, levantamento de dados e pode chegar ao caso três, que se refere a uma forma mais dinâmica e expressiva da Modelagem, em que os alunos participam desde a escolha do tema, elaboração do problema, até o levantamento de dados e resolução do problema proposto.

Nessa perspectiva o professor poderá modificar a sua prática pedagógica, inovar, abrir espaço para que os alunos caminhem de forma mais autônoma, ao mesmo tempo que experienciam outras concepções de Modelagem que também se aproximem da Educação Matemática. E aos poucos supere as situações que geram tensões para a implementação da Modelagem, tais como [...] o envolvimento dos alunos na discussão do tema, planejamento do ambiente de modelagem, organização dos alunos para realizar as atividades e apresentação das respostas dos alunos” (OLIVEIRA, 2010, p. 97-98).

Desse modo, consideramos o papel da formação em Modelagem Matemática, não apenas aquele que apresenta e desenvolve tarefas de Modelagem, mas que propicia a compreensão, a reflexão e o conhecimento de modo intenso sobre aquilo que se propõe. Se a proposta é implementar a Modelagem Matemática nas escolas de Educação Básica, faz-se necessário a compreensão das distintas concepções da Modelagem, que podem atuar como lentes e como suportes para que os professores tomem decisões mais seguras quanto a maneira de conduzir a atividade de Modelagem em sala de aula.

Possivelmente os professores que participam da formação em Modelagem Matemática, dos quais nos utilizamos, anteriormente, de exemplos para evidenciar o desconhecimento das concepções de Modelagem, já tinham tido acesso a essas concepções por meios teóricos em momentos anteriores a formação, mesmo assim, não as conheciam efetivamente e até rejeitavam algumas dessas concepções por serem consideradas concepções “mais abertas”, como no caso da concepção de Burak (1992). A partir do momento que as vivenciaram, que foram oportunizados a momentos práticos e após a prática, momentos de reflexão sobre essa prática, compreenderam as diferenças e similaridades entre elas e se dispuseram a implementá-las.

Nesse sentido, trabalhar com as diferentes concepções de Modelagem na formação continuada não se restringe apenas a um problema teórico, mas no saber-fazer do formador. Em outras palavras, não basta que o formador apresente as diferentes concepções de Modelagem por meio de textos e artigos, faz-se necessário que o professor experiencie essas concepções e tenha a oportunidade de discuti-las com seus pares.

Referências

ALMEIDA, L. M. W. Modelagem Matemática: um Caminho para o Pensamento Reflexivo dos Futuros Professores de Matemática. **Revista Contexto & Educação**, v. 21 n. 76, 115-126, 2006.

ALMEIDA, L. M. W; SILVA, K. P.; VERTUAN, R. E. **Modelagem matemática na educação básica**. São Paulo: Contexto, 2012.

BARBOSA, J. C. **Modelagem na Educação Matemática**: Contribuições para o debate teórico. In: Reunião Anual da ANPED, 24, 2001. Caxambu. Anais... Caxambu: AMPED, 2001.

BASSANEZI, R. C. Modelagem Matemática Uma disciplina emergente nos programas de formação de professores. **Biomatemática**, Campinas, v. 9, p.9-21, 1999.

BASSANEZI, R. C. **Ensino-aprendizagem com modelagem matemática**. São Paulo: Contexto, 2002.

BIEMBENGUT, M. S. **Modelagem e Implicações no ensino e aprendizagem**. FURB, 134p. Blumenau, 1999.

BIEMBENGUT, M. S.; HEIN, N. **Modelagem Matemática no Ensino**. 4. ed. São Paulo: Contexto, 127 p., 2005.

BURAK, D. **Modelagem matemática**: ações e interações no processo de ensino aprendizagem. Campinas, 1992. Tese (Doutorado em Educação) – Programa de Pós-Graduação em Educação Universidade Estadual de Campinas, 1992.

BURAK, D. **Modelagem Matemática: experiências vividas**. In: IV Conferência Nacional sobre Modelagem e Educação Matemática-CNMEM. Anais... 2005.

BURAK, D. Modelagem Matemática sob um olhar de Educação Matemática e suas implicações para a construção do conhecimento matemático em sala de aula. **Modelagem na Educação Matemática**, v. 1, n. 1, p. 10-27, 2010.

CARARO, E. F. F. **O sentido da formação continuada em modelagem matemática na Educação Matemática desde os professores participantes**. 2017.186f. Dissertação (Mestrado em Educação) - UNIOESTE, Cascavel.

FIorentini, Dario. Alguns modos de ver e conceber o ensino de Matemática no Brasil. **Revista Zetetiké**, ano 3 n. 4. UNICAMP – Campinas, 1995.

KLÜBER, T. E; BURAK, D. Concepções de modelagem matemática: contribuições teóricas. **Educação Matemática Pesquisa**, São Paulo, v. 10, n. 1, p. 17-34. 2008.

KLÜBER, T. E; TAMBARUSSI, C. M; CARARO, E. F. F; MUTTI, G. S. L; SILVA, M. V; MARTINS, S. R. **Projeto de Extensão**: Formação Continuada de Professores em Modelagem Matemática na Educação Matemática. Cascavel: Universidade Estadual do Oeste do Paraná, 2015a. 12 p.

KLÜBER, T. E; TAMBARUSSI, C. M; CARARO, E. F. F; MUTTI, G. S. L; SILVA, M. V; MARTINS, S. R. Projeto de Pesquisa: Formação Continuada de Professores em Modelagem Matemática na Educação Matemática: compreensões e desvelamentos.



Cascavel: Universidade Estadual do Oeste do Paraná, 2015b. 20 p.

LEITE, M. B. F. Reflexões sobre a disciplina de modelagem matemática na formação de professores. **Educação Matemática Pesquisa**, v. 10, n. 1, 2008.

OLIVEIRA, A. M. P. de. **Modelagem matemática e as tensões nos discursos dos professores. 2010. 199 f.** 2010. Tese de Doutorado. Tese (Doutorado em Ensino, Filosofia e História das Ciências) – Instituto de Física, Universidade Federal da Bahia e Universidade Estadual de Feira de Santana, Salvador, 2010.