



Reflexões acerca da Prática Docente em uma Primeira Experiência com Modelagem Matemática

Reflections on Teaching Practice in a First Experience with Mathematical Modeling

Elenice Josefa Kolancko Setti¹

Zenaide de Fátima Dante Correia Rocha²

Rodolfo Eduardo Vertuan³

Resumo

Este artigo tem como objetivo apresentar reflexões acerca da prática docente da professora-pesquisadora, primeira autora deste trabalho, em sua primeira experiência fazendo uso de uma atividade de Modelagem Matemática com estudantes que também não conheciam a metodologia. Nesse contexto, o artigo busca discutir: “*Quais aspectos da prática docente se revelam em uma primeira experiência de estudantes e docente com atividades de Modelagem Matemática?*”. Verificou-se que alguns dos aspectos que emergiram da prática docente nessa experiência são também comuns nas aulas dessa professora, mesmo quando não utiliza modelagem; outros mostraram-se específicos do ambiente proporcionado pela Modelagem (considerando as especificidades dessa primeira experiência) e, nesse sentido, alguns aspectos são considerados desafios à professora. Conclui-se que o principal desafio para a prática da professora é saber mediar o desenvolvimento de uma atividade de Modelagem Matemática, para que a aula, de fato, seja investigativa.

Palavras-chave: Saberes Docentes. Modelagem Matemática. Educação Matemática.

Abstract

This academic article aims to present reflections about the teaching practice of teacher-researcher, the first author of this work, in her first experience doing use of Mathematical Modeling activity with students, which did not know the methodology too. In this context, the academic article seek discusses: “*What aspects of teaching practice are revealed in a first experience of students and teacher with Modeling Mathematical activities?*” It was found that some of the aspects that emerged from the teaching practice in this experience are also common in classes of this teacher, even when it not use the modeling; others showed up specific to the environment provided by the Modeling (considering the specificities of this first experience) and, in this sense, some aspects are considered challenges to the teacher. Concludes that the main challenge to the teacher’s practice is to know mediate the development of a Mathematical Modeling activity, for the class, in fact, be investigative.

¹ Instituto Federal do Paraná. elenice.setti@edu.com.br

² Universidade Tecnológica Federal do Paraná. zenaiderocha@utfpr.edu.br

³ Universidade Tecnológica Federal do Paraná. rodolfovertuan@utfpr.edu.br

Keywords: Knowledge of Teachers, Mathematical Modeling, Mathematics Education.

Introdução

Tem sido comum ao longo de nossas práticas docentes escutarmos dos estudantes que eles não conseguem aprender Matemática, que a disciplina é difícil e que eles não veem sentido no que lhes é ensinado. Diante dessa problemática temos buscado, sempre que possível, aprimorar nossa prática apresentando a Matemática de modos diferenciados, fazendo uso de materiais manipuláveis, jogos, vídeos, *softwares*, entre outros, para tentar reverter este discurso negativo.

Tendo em vista o discurso dos estudantes, a primeira autora deste trabalho, como professora-pesquisadora, desenvolveu um projeto⁴ no Instituto Federal do Paraná (IFPR) com estudantes do Ensino Médio que apresentavam dificuldades e aversão à disciplina. Neste texto, discutiremos uma atividade sob a perspectiva da Modelagem Matemática desenvolvida no projeto, de modo a verificar os aspectos relevantes, na ótica da professora-pesquisadora, que emergiram de sua prática docente, ao refletir mediante a realização da atividade de ensino.

A atividade desenvolvida tem a perspectiva de Barbosa (2003, 2004) e se aproxima do caso 1, no qual o professor apresenta um problema e os dados, instigando os estudantes à investigação⁵. Em virtude da constante alta que a energia elétrica sofreu nos últimos meses, apresentou-se aos estudantes o seguinte problema: “*Qual o impacto que o aumento do custo da energia elétrica causou no salário dos brasileiros?*”. Os dados fornecidos foram as faturas de energia elétrica da residência da professora. Alguns estudantes também trouxeram faturas de suas residências.

Em comparação com as atividades habitualmente desenvolvidas em sala de aula, a atividade de Modelagem apresenta como uma de suas características ter problemas “abertos”, em que os estudantes, geralmente, têm que coletar, organizar e analisar dados até chegar a uma possível resposta ao problema. É importante ressaltar que este é o primeiro contato com

⁴ O projeto foi idealizado com o objetivo de atender os estudantes dos primeiros anos dos cursos técnicos de Informática e Eletromecânica integrados ao Ensino Médio que possuem dificuldades e apresentam aversão à disciplina de Matemática. Os estudantes que possuíam essas características foram convidados a participar do projeto, mas eram livres em participar ou não. O projeto pretende trabalhar os conteúdos de Matemática Básica com metodologias diferenciadas.

⁵ Os demais casos da perspectiva de Modelagem de Barbosa serão apresentados na fundamentação teórica sobre Modelagem Matemática.

atividade de Modelagem Matemática com esta característica na prática da professora-pesquisadora e dos estudantes envolvidos.

Apresentado o contexto no qual a atividade foi desenvolvida e tendo em vista o nosso objetivo que é refletir acerca da prática docente da professora-pesquisadora em uma atividade de Modelagem Matemática, considerando os possíveis aspectos da prática docente que emergiram dessa atividade, elencamos o seguinte problema de investigação: *Quais aspectos da prática docente se revelam em uma primeira experiência de estudantes e docente com atividades de Modelagem Matemática?*

De modo a apresentar os resultados dessa investigação, nas próximas seções apresentaremos uma reflexão sobre a prática docente, sobre a Modelagem Matemática na perspectiva da Educação Matemática, explicitaremos a metodologia de pesquisa e analisaremos os dados coletados à luz do referencial teórico.

Reflexão sobre a própria prática

O saber docente vai muito além do conhecimento matemático que o professor ensina. O professor precisa saber o que ensinar, como ensinar, quando ensinar e de que forma ensinar. Assim, vários saberes estão envolvidos e influenciam a prática docente.

A relação dos docentes com os saberes não se reduz a uma função de transmissão dos conhecimentos já constituídos. [...] Pode-se definir o saber docente como um saber plural [...] oriundo da formação profissional e de saberes disciplinares, curriculares e experienciais (TARDIF, 2002, p. 36).

Segundo Tardif (2002), os saberes profissionais são aqueles trabalhados pelas instituições de formação de professores. A prática docente ainda mobiliza diversos saberes que podem ser chamados de pedagógicos e que se articulam com as ciências da educação, esses saberes podem ser incorporados à formação inicial do professor. Os saberes disciplinares são aqueles correspondentes aos diversos campos do conhecimento (matemática, história, entre outras). A partir do momento que iniciam sua docência, os professores passam a apropriar-se de saberes curriculares que são os discursos, objetivos, conteúdos e métodos definidos pela instituição escolar. Por fim, em decorrência de sua prática os professores desenvolvem os saberes experienciais, “esses saberes brotam da experiência e são por ela validados” (TARDIF, 2002, p. 39).

Ainda segundo o autor, o docente é o único profissional que experiencia sua profissão antes mesmo de sua formação. Todavia, esse “estágio precoce” se dá em papel inverso, como estudante. Assim, à medida que os anos passam, o futuro docente vai incorporando em si, mesmo que de modo inconsciente, as experiências de seus professores, de modo que sua própria prática é constituída, também, das situações que vivenciou na condição de estudante.

Assim, o mesmo autor conclui que “os saberes são elementos constitutivos da prática docente” (TARDIF, 2002, p.39) e, ainda, que o trabalho cotidiano do professor “não é somente um lugar de aplicação de saberes produzidos por outros, mas também um espaço de produção, de transformação e de mobilização de saberes que lhe são próprios” (TARDIF, 2002, p. 237).

Nesse sentido, a prática docente é concebida a partir dos saberes que o professor acumula/constrói no decorrer de sua formação e de sua experiência. Deste modo, ao se deparar com os (in)sucessos do ensino da Matemática, é importante que o professor reflita sobre sua própria prática, bem como socialize as experiências e os saberes adquiridos no âmbito do ensino dos conteúdos da disciplina, buscando assim alternativas para melhorá-la. O professor, neste contexto, não é, portanto, apenas o sujeito que ministra aulas, mas também o sujeito que investiga sua prática.

Fiorentini (1999) destaca o surgimento do movimento em torno do professor como profissional reflexivo e investigador de sua prática. Para o autor, o “saber da prática docente passa a ser visto como [aquele] que se fundamenta na própria atividade profissional” (FIORENTINI, 1999, p.3). Nesse contexto, o professor tem a possibilidade de buscar soluções para os problemas que emergem da reflexão de sua própria prática. “Não se trata de transformar os professores em pesquisadores profissionais. Trata-se de reforçar a competência profissional do professor, habilitando-o a usar a pesquisa como uma forma, entre outras, de lidar com os problemas com que se defronta” (PONTE, 2004, p. 2).

Neste contexto, Fiorentini (1999, p.3) entende o professor como “investigador-prático [que] produz e fundamenta seu saber em suas reflexões antes, durante e após a ação”. Segundo Gauthier (1998, apud Fiorentini, 1999, p.3) esse saber deve ser “elaborado e reelaborado na prática de sala de aula e nas ações partilhadas dos professores confrontando/problematizando os saberes públicos (oriundos dos saberes disciplinares, dos saberes curriculares, dos saberes da tradição pedagógica, dos saberes das ciências da educação) com o saber privado (experiencial de cada um)”.

No que diz respeito às atividades de Modelagem Matemática, a realização de reflexões sobre a prática deve ser considerada aspecto necessário para que o professor, diante do desafio de repensar suas ações e a aprendizagem dos estudantes nesse novo contexto, tenha condições de fundamentar suas aulas e empreender um ambiente de investigação. Nesse sentido, a seguir, apresentaremos aspectos da Modelagem Matemática na Educação Matemática.

Modelagem Matemática na Educação Matemática

Muitas vezes, ao ensinar o conteúdo de Matemática, o professor apenas apresenta uma informação para seus estudantes, algo pronto e acabado, e eles precisam apenas escutar e realizar atividades análogas às que lhes foram apresentadas. O estudante não experiencia o “fazer matemática”.

Neste contexto, segundo Bondia (2002, p.21), “experiência é o que nos passa, o que nos acontece, o que nos toca”. A experiência fica, assim, impregnada no sujeito da experiência. Portanto, é importante que os estudantes tenham a possibilidade de, para além de resolverem atividades de matemática seguindo exemplos dados pelos professores, vivenciar a investigação de situações abertas e dinâmicas, para as quais precise criar hipóteses e testá-las, nas quais possa errar e refletir sobre o erro, nas quais utilize de conceitos já conhecidos e sinta a necessidade de aprender conceitos novos, por exemplo.

A partir do momento que o estudante experiencia, ele tem a possibilidade de tornar-se sujeito de seu mundo e, nesse contexto, o aprender passa a ser uma necessidade para poder interagir com esse mundo. Assim como é evidenciado nos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio quando afirmam que “o cidadão precisa ser capaz de lidar com situações reais, tais como crises de energia, problemas ambientais, manuais de aparelhos, concepções de universo, exames médicos, notícias de jornal, e assim por diante (BRASIL, 1999)”.

Entendemos que para o estudante aprender Matemática ele deve vivenciar os conteúdos que lhe são ensinados, ou seja, experienciar. A Modelagem Matemática como alternativa de ensino na Educação Básica vem ao encontro desses objetivos.

Segundo Barbosa (2004), as razões para a inclusão da Modelagem no currículo do Ensino Médio são “a motivação, a facilitação da aprendizagem, a preparação para utilizar a matemática em diferentes áreas, o desenvolvimento de habilidades gerais de exploração e a compreensão do papel sociocultural da matemática” (BARBOSA, 2004, p. 2). O último,

segundo Barbosa (2004), está ligado com “o interesse de formar sujeitos para atuar ativamente na sociedade, capazes de analisar a forma como a matemática é usada nos debates sociais” (BARBOSA, 2004, p. 2). Diante do que discute Barbosa (2003, 2004) acerca do papel sociocultural da matemática é que tomamos, nesse trabalho, a sua perspectiva de Modelagem, dentre tantas outras existentes na literatura (BURAK, 2004; BASSANEZZI, 2013; CALDEIRA, 2009).

De acordo com Barbosa (2004, p.3), Modelagem “é um ambiente de aprendizagem no qual os alunos são convidados a problematizar e investigar, por meio da matemática, situações com referência na realidade”. A Modelagem oportuniza ao estudante, portanto, entrar em contato com uma matemática que pode ser aplicada às situações extra matemáticas, que utilize dados verídicos e cujas soluções podem ser consideradas pertinentes inclusive no contexto inicial em que o problema emergiu.

As atividades de Modelagem Matemática não possuem sempre os mesmos encaminhamentos de resolução, tendo em vista a sua proposição e o nível de envolvimento do professor e dos estudantes. Barbosa (2004, p.4) chama estes encaminhamentos diferenciados de “regiões de possibilidades” ou simplesmente de “casos”.

Uma atividade se aproxima do caso 1 de Barbosa (2004, p.4) quando “o professor apresenta um problema, devidamente relatado, com dados qualitativos e quantitativos, cabendo aos alunos a investigação”. O caso 2 se caracteriza quando “os alunos se deparam apenas com o problema para investigar, mas têm que sair da sala de aula para coletar dados. Ao professor, cabe apenas a tarefa de formular o problema inicial” (BARBOSA, 2004, p.4). O caso 3, por sua vez, “trata-se de projetos desenvolvidos a partir de temas ‘não-matemáticos’, que podem ser escolhidos pelo professor ou pelos alunos” (BARBOSA, 2004, p. 4).

Em cada caso há uma distribuição de responsabilidades sobre as tarefas que devem ser desenvolvidas nas atividades de Modelagem. O quadro 1 ilustra esta distribuição.

	CASO1	CASO2	CASO3
Formulação do Problema	Professor	Professor	Professor/aluno
Simplificação	Professor	Professor/aluno	Professor/aluno
Coleta de dados	Professor	Professor/aluno	Professor/aluno
Solução	Professor/aluno	Professor/aluno	Professor/aluno

Quadro 1 - Tarefas no processo de Modelagem

Fonte: BARBOSA (2004, p.5)

Para que a atividade de Modelagem Matemática desencadeie a aprendizagem (seja da matemática, das estratégias de resolução ou acerca de contextos extra matemáticos), é importante que haja o interesse dos estudantes pela mesma, pois é o interesse, assim como o envolvimento e comprometimento dos estudantes, que conduzirá o trabalho. Neste contexto, na concepção de Barbosa, de acordo com Klüber e Burak (2008), “os conceitos e ideias matemáticas se encaminham de acordo com o desenvolvimento das atividades, dando um caráter aberto para essa prática” (KLÜBER; BURAK, 2008, p. 29).

No desenvolvimento de uma atividade de Modelagem Matemática, a partir da análise dos dados e utilizando ferramentas matemáticas, é possível se chegar à obtenção de um modelo matemático que caracterize a situação investigada, e oportunize análises acerca dele. Entende-se por modelo matemático “uma representação simplificada da realidade sob a ótica daqueles que a investigam. Sua formulação [...] visa fomentar a solução de algum problema” (ALMEIDA; SILVA; VERTUAN, 2013, p.13). É possível, portanto, representar características de uma situação-problema, inicialmente matemática ou não-matemática, por meio de um modelo matemático, expresso por uma linguagem matemática.

Neste contexto, percebe-se ainda que há uma resistência dos professores no desenvolvimento de atividades de Modelagem Matemática na Educação Básica por diversos motivos. Oliveira e Barbosa (2013, p.21) destacam as principais inseguranças dos professores que são apresentadas na literatura: “insegurança em relação à utilização do conteúdo matemático (ALMEIDA; DIAS, 2004); falta de clareza sobre a organização e a condução das atividades em sala de aula; os programas pré-estabelecidos (BARBOSA, 2004); a organização da escola e suas rotinas estabelecidas e a relação com os demais pares (BARBOSA, 2002)”.

Essas inseguranças denotam que a Modelagem Matemática é uma tendência que pode exigir mudanças na prática docente do professor e, por consequência, a construção de novos saberes.

Considerando o referencial teórico e nosso interesse de pesquisa, que é verificar quais aspectos da prática docente emergem em uma primeira experiência com atividades de Modelagem Matemática, é que apresentamos a metodologia da pesquisa considerada neste trabalho.

Encaminhamento Metodológico

A presente pesquisa é qualitativa, já que “o ambiente natural é sua fonte direta de dados e o pesquisador é seu principal instrumento” (LÜDKE; ANDRÉ, 2013, p.12). Segundo Lüdke e André (2013, p.12), na pesquisa qualitativa o “pesquisador tem contato direto [...] com o ambiente e a situação que está sendo investigada”.

Nesse trabalho, apresentaremos uma reflexão referente à prática pedagógica da professora-pesquisadora no momento em que vivenciava sua primeira experiência com atividades de Modelagem Matemática, com um grupo de estudantes que também não tinham desenvolvido atividades nessa perspectiva.

A coleta de dados foi realizada com treze estudantes, sendo onze do curso técnico de Informática integrado ao Ensino Médio e dois estudantes do curso técnico de Eletromecânica integrado ao Ensino Médio do Instituto Federal do Paraná em um câmpus da região oeste do estado. Uma característica comum entre estes estudantes é que todos manifestam aversão e possuem defasagem em Matemática. Os estudantes são integrantes de um projeto de extensão de Matemática que tem por objetivo trabalhar conteúdos de matemática básica com intervenções diferenciadas para que o estudante perca, ou ao menos diminua, a aversão pela disciplina.

Como a professora-pesquisadora está em contato com a Modelagem Matemática por ocasião de sua pesquisa de mestrado, a atividade desenvolvida foi realizada sob a ótica dessa metodologia de ensino. O tema discutido pelos estudantes foi o aumento do custo que a energia elétrica teve no decorrer dos últimos meses de 2015, sendo o problema elencado pela docente: “Qual é o impacto que o aumento do custo da energia elétrica causou no salário dos brasileiros”?

A atividade foi desenvolvida em quatro encontros, distribuídos em três semanas. Apenas dois estudantes compareceram em todos os encontros. Os demais (onze estudantes) estiveram presentes em três, dois ou apenas em um encontro conforme apresentamos no quadro 2:

ENCONTRO	ESTUDANTES PRESENTES
1º Encontro	E1, E2, E3, E4, E5, E6, E7 e E8
2º Encontro	E2, E3, E4, E6 e E9
3º Encontro	E2, E3, E4, E6, E7, E9, E10 e E11
4º Encontro	E1, E2, E6, E10, E12 e E13

Quadro 2 - Estudantes presentes nos encontros

Fonte: Os autores

Gravações em vídeo e anotações realizadas pela pesquisadora foram as formas de registro da coleta de dados que teve como estratégia a observação. As análises se deram de modo a identificar, por meio das gravações, aspectos que emergiram da prática docente da professora-pesquisadora.

Estes aspectos foram identificados como:

- 1) Aspectos da prática docente específicos do ambiente possibilitado pela atividade de Modelagem Matemática e que se configuram como desafios para a professora-pesquisadora – como ela lidou com esses aspectos e em que medida acredita ter contribuído para a sua formação continuada;
- 2) Aspectos que emergiram nas aulas com Modelagem e que são comuns na prática docente da professora.

A seguir, apresentamos uma descrição do encaminhamento dado pelos estudantes à atividade de Modelagem Matemática e analisamos os dados a partir das categorias suscitadas na investigação.

Energia elétrica e salário: encaminhamento da atividade

Nessa atividade de Modelagem Matemática, os estudantes foram questionados com o seguinte problema: “*Qual o impacto que o aumento do custo da energia elétrica causou no salário dos brasileiros?*”. Para respondê-lo, a professora disponibilizou no primeiro encontro, faturas de energia elétrica de 2013, 2014 e 2015, e solicitou que os estudantes as analisassem. Eles também tiveram acesso à internet por meio de notebooks e de celulares próprios, podendo assim, realizar pesquisas sobre a cobrança de energia elétrica.

O primeiro passo foi conhecer a fatura e como é calculado o valor cobrado. Os estudantes observaram que havia uma grande diferença entre os valores das faturas de 2013 e 2015. Com a ajuda da professora, organizaram os dados das faturas em uma tabela.

No encontro seguinte, por solicitação da professora, trouxeram os valores das potências dos aparelhos elétricos que tinham em casa. Assim, realizaram uma simulação no site da Copel⁶,

⁶ Copel: Companhia Paranaense de Energia

de quanto gastariam, em média, com energia elétrica. Houve uma discussão por parte dos estudantes quanto à conscientização do uso dos aparelhos elétricos.

No terceiro encontro, voltou-se à análise dos dados que estavam agora tabelados. Os estudantes entraram em um acordo e decidiram analisar o aumento do custo da energia elétrica no ano de 2015, período em que o salário mínimo permaneceu estável. A análise partiu da pergunta: Que percentual do salário do brasileiro é destinado ao pagamento da energia elétrica? Após várias análises, discussões e cálculos os estudantes, com a orientação da professora, chegaram a uma função para cada valor do Kwh.

Mês (2015) ⁷	Valor do Kwh	Função
		$x \rightarrow$ consumo em Kwh $y \rightarrow$ Percentual do salário destinado à energia elétrica $n \rightarrow$ número de salários
Fevereiro e Março	R\$ 0,49	$y = \frac{49x}{788n}$
Abril	R\$ 0,57	$y = \frac{57x}{788n}$
Maio, Junho e Julho	R\$ 0,66	$y = \frac{66x}{788n}$
Agosto	R\$ 0,73	$y = \frac{73x}{788n}$
Setembro	R\$ 0,74	$y = \frac{74x}{788n}$
Outubro	R\$ 0,75	$y = \frac{75x}{788n}$

Quadro 3 - Funções correspondentes a cada mês
Fonte: Os autores

Os estudantes fizeram a análise com o consumo e o salário de suas casas e observaram que quanto mais salários mínimos um cidadão brasileiro recebe, menor é o efeito do aumento da energia em seu orçamento, assim o impacto do aumento do custo da energia elétrica é maior para os que recebem um menor salário.

Dando continuidade às análises, os estudantes calcularam o percentual do salário mínimo ($n=1$) destinado à energia elétrica com um consumo fixo de 150 Kwh para os meses de fevereiro a outubro, chegando aos percentuais apresentados na tabela a seguir:

⁷ A análise iniciou no mês de fevereiro pois não havia disponível nenhuma fatura de janeiro e nenhum estudante se atentou a pesquisar o valor do kwh em janeiro de 2015. O último mês foi outubro, pois foi o mês em que a atividade ocorreu.

Fevereiro	0	9,33%
Abril	2	10,9%
Mai	3	12,6%
Agosto	6	13,9%
Setembro	7	14,1%
Outubro	8	14,3%

Quadro 4 - Porcentagem do salário destinado ao pagamento da energia elétrica

Fonte: os autores

Os estudantes encontraram, via planilha eletrônica, a lei da função que representa o impacto que o aumento do custo da energia elétrica tem causado no salário dos brasileiros no ano de 2015 diante dos meses: $f(x) = 0,619x + 9,8394$, sendo x o número referente ao mês ($x = 0$ referindo-se à fevereiro), e $f(x)$ o impacto desse custo no salário dos brasileiros.

Para finalizar, os estudantes solicitaram as faturas da Copel ao responsável técnico pelos gastos do Instituto, pesquisaram no Plano Orçamentário do *campus* a verba que é destinada a gastos com pessoas jurídicas e analisaram o impacto que a alta da energia elétrica causou no orçamento do Instituto, chegando à conclusão de que deveria ser realizado um trabalho de conscientização com os demais estudantes acerca da economia de energia elétrica em suas residências e no IFPR.

Apresentação e análise dos dados

Ao trabalhar pela primeira vez com uma atividade de Modelagem Matemática com a concepção apresentada anteriormente, a professora-pesquisadora se deparou com um ambiente novo, que não fazia parte ainda de seu saber de experiência. Neste contexto, ao experienciar o desenvolvimento da atividade de Modelagem observou diversos aspectos de sua prática docente, positivos e negativos, que emergiram no decorrer dos encontros. Alguns desses aspectos se configuraram como desafios para a professora-pesquisadora, outros eram comuns mesmo quando não estava desenvolvendo uma atividade de Modelagem Matemática. A seguir, são apresentados momentos dos encontros deste curso que denotam tais aspectos e a análise de acordo com o referencial teórico.

Aspectos da prática docente específicas do ambiente possibilitado pela atividade de Modelagem Matemática e que se configuram como desafios para a professora-pesquisadora

O primeiro desafio surgiu logo no início da atividade quando, ao propor o problema, os estudantes ficaram perdidos, sem saber o que fazer, que caminho seguir. Ficaram com as faturas nas mãos sem saber analisá-las. Talvez isso se deva ao modo como as aulas de Matemática são historicamente realizadas, com atividades em que tudo é conhecido, a começar pelos dados e pelo encaminhamento que os estudantes devem seguir. Frente a essa inércia dos estudantes a professora se viu inicialmente sem reação, foi então que sentiu a necessidade de intervir, fazer questionamentos e apontar caminhos.

PP: Precisamos buscar meios de responder nosso questionamento: Qual é o impacto que a alta da energia elétrica causou no salário dos brasileiros? [...] Como podemos encontrar meios para responder este problema? [...] Aqui nós temos as faturas de energia elétrica da minha casa. [...] Como será que a Copel calcula o valor que devo pagar na minha fatura? [...] Eu quero saber como faz pra calcular esse valor aqui ó, 130 reais (aponta para a fatura de energia).⁸

E1: Em Eletricidade a gente fez umas contas mais ou menos, a gente pegava uma fórmula com kwh, tem uma fórmula toda, só que agora eu não lembro agora.

A expectativa da professora-pesquisadora era de que os estudantes, ao se depararem com o problema, se dedicassem em resolvê-lo, o que não aconteceu. O desafio que se configurou foi o de motivar os estudantes. Para auxiliar nesse processo a professora-pesquisadora passou a intervir com mais frequência, a todo o momento trazia o problema à tona e indicava caminhos que os estudantes poderiam seguir.

Podemos associar esse episódio referente ao início da atividade de Modelagem ao que Oliveira e Barbosa (2013) denominam de *tensão da participação dos estudantes*. Os autores identificaram essa e outras tensões nos discursos dos professores quando questionados sobre as atividades de Modelagem Matemática.

Embora nessa primeira experiência, a forte intervenção da professora não tenha soado como aspecto positivo, foi a partir da última fala dela que o estudante E1 conseguiu relacionar a atividade com algo que havia vivenciado. Portanto, foi esse “o” canal de diálogo⁹ estabelecido entre docente e estudantes, o que consideramos um aspecto positivo. A partir do comentário do estudante E1, a professora e os estudantes desenvolveram um diálogo sobre a fatura e sobre o quilowatt-hora.

⁸ Estas falas se deram sucessivamente com alguns minutos de silêncio entre elas.

⁹ Segundo Alro e Skovsmose (2006, p. 13), “diálogo é uma conversação com certas qualidades”. Para Ferruzzi e Almeida (2015, p.380) “Um ‘diálogo’ é uma forma humilde e respeitosa de cooperação, e é motivado por expectativas de mudança; deste modo, o engajamento é fundamental [...]”.

Esse aspecto denota o quão é importante considerar os conhecimentos prévios dos estudantes, bem como seus interesses e dúvidas, principalmente no momento de convidá-los a realizar uma atividade. “Dar voz” aos estudantes é fundamental para que os mesmos se interessem pela atividade de matemática e se engajem na investigação de um problema que passa, em algum momento, a ser também deles. Embora seja essa uma característica do ambiente possibilitado pelas atividades de Modelagem Matemática, isso não exime o docente de realizar a mediação entre a situação investigada e os estudantes, não exime o docente de fazer “o convite” (BARBOSA, 2004) aos estudantes.

Apesar de o diálogo entre os membros do grupo e a interação entre eles ser uma das características de uma atividade de Modelagem Matemática, observamos que os estudantes participantes desta pesquisa não apresentaram atitudes de quem sabe trabalhar em grupo. Somente olhavam-se e permaneciam em silêncio. Isso fez com que a professora intervisse com maior frequência. Nesse contexto, o aspecto que se configurou como desafio foi o de motivar o diálogo entre os membros do grupo. A seguir apresentamos trechos de fala da professora em diferentes momentos da atividade.

PP: Vocês vão fazer uma tabelinha, primeiro o que é importante ter nessa tabelinha, [...], façam isso organizadamente, enquanto um vai digitando o outro vai organizando as contas, o outro vai pesquisando alguma coisa na internet.

[...] Agora eu vou deixar uns minutinhos pra vocês discutirem isso aí. [...] Vocês são oito cabecinhas, vocês têm a tabela em mãos. Eu quero que vocês descubram, eu tenho um salário, quanto desse meu salário vai para a energia elétrica, mês a mês.

[...] Quero ver todo mundo trabalhando heim.

[...] Eu já falei, pensar juntos é melhor, pensar, discutir, dialogar, vamos.

Um aspecto da prática docente que emergiu e que pode ser considerado negativo foi que, por alguns momentos, a professora, ao ser questionada pelos estudantes a respeito de algumas situações, expôs sua opinião sem ouvir dos estudantes o que eles pensavam. Deste modo, pode ter influenciado algumas conclusões. Pode-se citar o episódio em que os estudantes a questionaram sobre o “CPF na nota” (E8: Professora, por que agora tem que colocar o CPF na nota?).

A professora-pesquisadora expôs sua opinião quanto ao CPF na nota, quando nem ela e nem os estudantes tinham informações suficientes para isso. Esta atitude da professora pode ser considerada um ponto negativo para a atividade, dado que o encaminhamento poderia ser investigativo e a dúvida dos estudantes sobre o “CPF na nota” poderia originar, inclusive, uma nova atividade de Modelagem.

Possuímos práticas enraizadas de que temos que assumir nossa posição com relação a tudo. O desafio é superar essas práticas de modo a centrar a atividade no estudante e não na fala do professor.

Outro aspecto da prática docente que emergiu e pode ser considerado positivo é a satisfação apresentada por um estudante por ter aprendido algo em decorrência da atividade desenvolvida.

E6: Professora eu posso participar da próxima turma do projeto?

PP: Pode E6.

E6: Porque eu não gostava de Matemática, e eu aprendi regra de três. Você não vai abrir vinte e cinco vagas, vai abrir vinte e quatro e a minha.

Nem todos os estudantes diminuíram a aversão por conta de uma atividade de Modelagem desenvolvida, mas esta intervenção já produziu frutos em um estudante como denota o diálogo acima. A atividade de Modelagem fez com que os estudantes percebessem, de algum modo, a importância da Matemática e sua aplicação. O que aprenderam de Matemática se deu a partir da necessidade de resolver o problema.

Aspectos que emergiram nas aulas com Modelagem e que são comuns na prática da professora

Nas aulas da professora-pesquisadora em que não há o trabalho com atividades de Modelagem há sempre a preocupação em trabalhar de forma que os estudantes participem das aulas. Frequentemente os estudantes que possuem uma relação mais tranquila com a disciplina participam ativamente, mas os estudantes que possuem aversão não se manifestam, muitos por medo de errar.

Na atividade de Modelagem desenvolvida a professora-pesquisadora se deparou com estudantes que frequentemente reclamam de Matemática, que se assumiram “incapazes” de aprender a disciplina. Assim, inicialmente estes estudantes apresentaram a mesma atitude que costumam ter em sala de aula com atividades que não são de modelagem. Sentindo que os estudantes não estavam conseguindo desenvolver a atividade, a professora intervém:

PP: Vocês estão perdidos?

Estudantes: Sim.

PP: Então vamos recapitular. Nós temos um problema que é a alta da energia elétrica. E nós queremos saber qual é o impacto que a alta da energia elétrica causou no salário dos brasileiros, ou seja, que porcentagem do meu salário vai para pagar a conta de energia elétrica hoje, em comparação com os anos anteriores? Mas antes de a gente responder este problema, precisamos entender como é cobrada a

energia elétrica, então nós vamos pesquisar, dei como sugestão o site da Copel¹⁰, vocês vão pesquisar no site da Copel e analisar as contas de energia elétrica, para descobrir primeiro como é cobrada a energia elétrica. O que a Copel mede pra calcular quanto devo pagar de energia elétrica? Será que o que pagamos na conta de energia é só o que consumimos?

Outro aspecto recorrente nas aulas que não são de Modelagem e que figurou no segundo trecho manifestado pela professora, diz respeito ao fato de que, uma vez planejada a atividade de Modelagem e estando os estudantes sem ação frente ao problema investigado, a professora denota que conhece o caminho de resolução e a resposta para o problema, como se a resposta fosse única e o caminho determinado. Isso se deve ou à tradição escolar de aulas em que as atividades são fechadas e as resoluções conhecidas de antemão pelo professor ou à falta de discussão dos estudantes e à necessidade sentida pela professora em dar encaminhamento à resolução, pelo viés que já lhe era conhecido.

A partir desta problemática, a professora-pesquisadora por alguns momentos se viu sem saída, sem saber como fazer para que os estudantes se dedicassem a atividade.

A cada encontro a professora retomava a problemática proposta e indicava caminhos de como os estudantes poderiam proceder, além de nortear o trabalho com questionamentos. O diálogo a seguir denota este aspecto.

PP: Pessoal, então vamos lá, vamos dar continuidade às nossas atividades. [...] O que vocês fizeram até agora?

E2: Descobrimos que...

E9: Professora, você mandou a gente colocar na tabela aquelas porcentagens que a gente calculou, mas eu ainda não coloquei.

PP: Não tem problema, mas os dados estão aí?

E9: Sim.

PP: Então pode abrir a tabela nós vamos utilizar aqueles dados.

E2: Descobrimos que a conta de energia subiu praticamente o dobro e o salário não subiu quase nada.

PP: Hum bom, o que mais?

Os estudantes ficaram se olhando, disfarçando.

PP: A gente aprendeu como é que se calcula a conta de energia?

E9: Aprendeu.

PP: Como é que faz, o que é calculado, o que a gente paga?

E9: É

E6: O que consome.

PP: Só?

O estudante E6 pediu as folhas onde eles haviam feito os primeiros cálculos.

PP: Primeira coisa, como que é medido o nosso gasto com a energia elétrica?

Os estudantes tinham medo de responder, sussurravam alguma coisa, que a professora não entendia.

PP: Pessoal, o que a gente tem lá na nossa casa, no poste.

E6: Um relógio.

PP: Um relógio. Então antes de a energia ir para a nossa casa ela passa pelo.

E6 e E2: relógio.

PP: Quando que o relógio vai “rodar”, marcar energia, quando a gente faz o quê na nossa casa?

E6: Quando a gente utiliza algum eletrodoméstico.

¹⁰ Copel: www.copel.com

PP: Ou seja, quando a gente utiliza algo que precisa de energia. Muito bem, e o que o relógio mede? E4 e E6: quilowatts-hora.

PP: Quilowatts-hora, muito bem, então vamos supor, nesse mês aqui, de outubro de 2015, eu gastei 260 Kwh, nesse mês o preço do kwh era 0,745846, arredondando 75 centavos, o kwh, certo? Como a gente faz para calcular o valor que vou pagar pelo meu consumo?

E6: 260 vezes esse valor.

PP: Isso, basta eu multiplicar o meu consumo pelo valor do kwh.

Durante esse diálogo, os outros estudantes não opinavam, não participavam. Somente E2 e E6 respondiam às perguntas. A professora fazia os questionamentos direcionando-se aos outros, mas eles abaixavam a cabeça e não respondiam. A dinâmica da atividade prosseguiu desta forma, a professora norteando o trabalho com questionamentos e alguns estudantes respondendo, participando e outros não.

O desafio que emergiu neste episódio é de como fazer com que os estudantes participem ativamente de uma atividade de Modelagem e de definir qual é o papel da professora neste momento. Novamente verifica-se a *tensão da participação dos estudantes* (OLIVEIRA; BARBOSA, 2013).

Outro aspecto da prática docente que emergiu na atividade de Modelagem e que sempre está presente nas aulas da professora é a prática de demonstrar um exemplo e pedir que os estudantes resolvam situações similares. Esta prática não deveria ocorrer numa aula com Modelagem, mas a professora sentiu necessidade frente à inércia dos estudantes.

PP: Então agora, nós fizemos do mês de Fevereiro, vocês têm os outros meses... pra quê que serve isso aqui (apontando para o modelo matemático no quadro – função).

A11: Pra gente calcular outros resultados.

PP: Que outros resultados? Aqui a gente calculou o seu, né. Mas este modelo serve só para o mês de fevereiro. Olha na tabela, fevereiro era 0,49, abril já é 0,57, então vai ser a mesma função?

Estudantes: Não.

PP: Não, porque mudou o valor do quilowatt-hora. Então vou ter outra função. Cada mês, por exemplo, se tenho meses com o mesmo valor eu preciso fazer? De maio a junho não mudou. [...] Agora vocês vão fazer a análise e encontrar a função para cada mês que teve o aumento.

Após várias tentativas da professora em fazer com que os estudantes utilizassem a regra de três para escrever a função que representaria a porcentagem do salário gasto com energia a cada mês, ela decide solucionar o problema referente aos dados apresentados no mês de fevereiro juntamente com os estudantes, para depois eles reproduzirem a mesma análise para os demais meses.

Estes aspectos que se configuraram como próprios da prática docente da professora-pesquisadora são saberes experienciais que já estavam incorporados em seus saberes docentes por conta da sua experiência em sala de aula. Disso decorre que a primeira experiência da professora-pesquisadora e de seus estudantes com a Modelagem Matemática foi impregnada de

aspectos da prática docente rotineira e comumente vivenciada por todos. Entendemos, no entanto, baseados nas reflexões que fizemos dessa experiência, que isso é natural, embora precise ser superado. Tal superação, todavia, só acontecerá se a referida experiência com a Modelagem não for a única, bem como se toda experiência for acompanhada de muito estudo e reflexão.

A mudança de paradigma, portanto, pode ser entendida como um processo contínuo e de constante reflexão sobre a própria prática. Nesse sentido, a primeira experiência com Modelagem pode ser o primeiro passo na busca pela superação do paradigma do exercício.

Considerações finais

Ao pensar na própria prática para realizar as análises a professora-pesquisadora percebeu que alguns aspectos da prática docente não são perceptíveis no cotidiano de sala de aula. Às vezes, por conta da correria, não paramos para refletir sobre nossa prática, principalmente em nossas aulas “rotineiras”.

Desta forma, pensar em aspectos positivos e negativos que emergem de nossa prática cotidiana, é algo complexo e desconfortável. É um avaliar a si mesmo. Mas ainda assim é necessário e produtivo refletir sobre a própria prática.

Ao realizar esta reflexão, a professora-pesquisadora chegou à conclusão de que as intenções de todas as práticas são positivas, mesmo que nem sempre se configurem desta forma.

Assim, ao assistir às gravações dos encontros realizados com a atividade de Modelagem já mencionada, a professora se deparou com uma prática diferenciada, se dando conta de suas limitações (provisórias) frente ao novo, ao desconhecido e ao risco de uma atividade com características com as quais não estava acostumada.

O principal aspecto que emergiu da prática docente da professora-pesquisadora ao refletir a realização da atividade de Modelagem foi a insegurança em trabalhar com uma perspectiva diferente do que já estava acostumada, procurando meios de motivar os estudantes à investigação sem desconfigurar a atividade de Modelagem. Mesmo tendo essa preocupação, em alguns momentos a professora sentiu necessidade de intervir e de apontar caminhos para que a atividade “caminhasse”.

Como a Modelagem é novidade também para os estudantes, eles ficam esperando a aula expositiva, se sentem inseguros e perdidos. Assim, observou-se que a partir destas intervenções

é que o diálogo entre estudantes e professora iniciou, configurando-as como um aspecto positivo e importante na prática docente.

A partir da análise dos dados conclui-se que, uma mudança na prática docente precisa ser gradativa e reflexiva, de modo que não basta a atividade ser potencialmente uma atividade de Modelagem, para que a aula também o seja. A partir da reflexão da prática docente pode-se pensar em estratégias para melhor mediar as atividades, tendo o cuidado de não influenciar tendenciosamente os estudantes, e sim, apenas mediar o pensamento para que a aprendizagem da Matemática, que é uma ação do próprio estudante, aconteça de modo eficiente.

É difícil para um professor que não está acostumado a trabalhar com Modelagem, iniciar com um problema tão aberto. Assim como para os estudantes, pois ambos não estão acostumados com esse tipo de atividade. Assim, podemos concluir que seria importante trabalhar com atividades de Modelagem em diferentes momentos em sala de aula e não apenas em projetos extraclasse. Mas um primeiro passo precisa ser dado, tanto pela docente quanto pelos estudantes. Essa atividade pode ser entendida como esse primeiro passo.

Tendo em vista as dificuldades que emergiram na prática docente na realização da atividade de Modelagem Matemática, deve-se levar em consideração que, segundo Almeida, Silva e Vertuan (2013, p.24), “é fundamental que seja estruturada uma formação docente em Modelagem Matemática a partir da tríade ‘aprender sobre’, ‘aprender por meio’ e ‘ensinar usando’ Modelagem Matemática”. O ‘ensinar usando’ será mais produtivo quando o professor ‘aprendeu por meio’ e ‘aprendeu sobre’ Modelagem Matemática. Tendo em vista que somos levados a reproduzir em nossas práticas, práticas de nossos professores e/ou formadores, isso se revela ainda mais imprescindível.

Neste contexto, os autores concluem que

Só assim é possível ultrapassar a visão estritamente empirista e pragmatista da prática do professor em relação à modelagem, migrando para um terreno em que se aceita que o “como fazer” é impregnado de teoria e que teoria e prática é que orientam o movimento do ‘conforto’ para o ‘risco’ (ALMEIDA, SILVA e VERTUAN, 2013, p. 24).

O grande desafio para a prática do professor é não deixar que uma atividade de Modelagem Matemática se configure como uma aula expositiva “disfarçada”, de modo que os objetivos elencados na literatura da área para o ambiente da Modelagem Matemática não sejam concretizados.

Referências

ALMEIDA, Lourdes Maria Werle de; SILVA, Karina Pessoa da; VERTUAN, Rodolfo Eduardo. **Modelagem Matemática na Educação Básica**. São Paulo: Contexto, 2013.

ALMEIDA, Lourdes Maria Werle de; DIAS, Michele Regiane. Um estudo sobre o uso da Modelagem Matemática como estratégia de ensino e aprendizagem. **Boletim de Educação Matemática (Bolema)**, Rio Claro, n. 22, p. 19-35, 2004.

ALRØ, Helle; SKOVSMOSE, Ole. **Diálogo e Aprendizagem em Educação Matemática**. Belo Horizonte: Autêntica, 2006.

BARBOSA, Jonei Cerqueira. Modelagem Matemática e os futuros professores. In: REUNIÃO ANUAL DA ANPED, 25, 2002, Caxambu. **Anais...** Caxambu: ANPED, 2002. 1 CD-ROM.

_____. Modelagem Matemática na Sala de Aula. **Perspectiva**, Erechim, v. 27, n. 98, p. 65-74, junho/2003.

_____. Modelagem Matemática: O que é? Por que? Como? **Veritati**, n.4, p. 73-80, 2004.

BASSANEZI, Rodney Carlos. **Ensino-aprendizagem com modelagem matemática**. São Paulo: Contexto, 3.ed, 2013.

BONDIA, Jorge Larrosa. Notas sobre a experiência e o saber de experiência. **Rev. Bras. Educ. [online]**, n. 19, p. 20-28, 2002.

BRASIL. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio – MEC/SEMTEC**. BRASÍLIA, 1999.

BURAK, Dionísio. Modelagem Matemática e a Sala de Aula. In: **I Encontro Paranaense de Modelagem na Educação Matemática**. I EPMEM, 2004, Londrina: UEL, Anais... 2004, p. 1-10.

CALDEIRA, Ademir Donizeti. Modelagem Matemática: um outro olhar. **ALEXANDRIA: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, Florianópolis, v.2, n.2, p.33-54, jul. 2009.

FERRUZZI, Elaine Cristina. ALMEIDA, Lourdes Maria Werle de. Diálogos em Modelagem Matemática. **Ciência e Educação**, Bauru, v.21, n. 2, p.377-394, abr./jun. 2015.

FIORENTINI, Dario. Os professores de Matemática como investigadores e produtores de saberes. In: **Conferência de abertura da I Jornada de Educação Matemática**, jul. 1999, Universidade do Contestado, Concórdia – SC. Anais... Concórdia, 1999.

KLÜBER, Tiago Emanuel. BURAK, Dionísio. Concepções de Modelagem Matemática: contribuições teóricas. **Educação Matemática Pesquisa**, São Paulo, v. 10, n. 1, p. 17-34, 2008.

LÜDKE, Menga; ANDRÉ, Marli Eliza Dalmazo Afonso de. **Pesquisa em Educação: Abordagens Qualitativas**. 2. ed. Rio de Janeiro: E.p.u., 2013.

OLIVEIRA, Andreia Maria Pereira de; BARBOSA, Jonei Cerqueira. Tensões nos discursos de professores e as ações da prática pedagógica em Modelagem Matemática. **Horizontes (EDUSF)**, v. 31, n. 1, p. 21-30, jan./jun. 2013.

PONTE, João Pedro da. Pesquisar para compreender e transformar a nossa própria prática. **Educar em Revista**, n. 24, p. 37-66, 2004.

TARDIF, Maurice. **Saberes Docentes e Formação Profissional**. Editora Vozes, 17. ed, Petrópolis, 2002.

Submetido em março de 2016

Aprovado em julho de 2016

