



Modelagem Matemática na Formação de Pesquisadores Juniores

André Augusto **Deodato**

Universidade Federal de Minas Gerais

Brasil

andre_deodato@yahoo.com.br

Resumo

Este artigo tem por objetivo discutir as concepções de modelagem matemática presentes no trabalho desenvolvido pelo grupo de pesquisa em Educação Matemática do Programa de Orientação Vocacional (PROVOC) na Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Apresento e faço uma reflexão teórica sobre um problema de aluguel de carros e sobre um problema relacionado à Taxa Metabólica de Repouso (TMR), ambos trabalhados no PROVOC. Também é intenção desse artigo explicitar as contribuições que a modelagem pode oferecer para a inserção de pesquisadores no campo de pesquisa em Educação Matemática.

Palavras chave: modelagem matemática, iniciação científica júnior, formação de pesquisadores.

Introdução

No campo educacional brasileiro, modelagem¹ tem sido utilizada de diversas maneiras (Araújo, 2009; Barbosa, 2001; Bassanezi, 2006; Biembengut; Hein, 2003). Considero que² é possível categorizar essas diferentes perspectivas³ teóricas em conjuntos por similaridades ou diferenças. Entretanto, parece-me inverossímil inferir que em tal universo existam conjuntos disjuntos, ou seja, que existam perspectivas que não possuam nenhuma característica em comum com as outras.

Este artigo tem por objetivo caracterizar as concepções de modelagem presentes no trabalho desenvolvido pelo grupo de pesquisa em Educação Matemática do PROVOC na UFMG, do qual fui membro, cuja proposta era promover a inserção de pesquisadores juniores no campo de pesquisa em Educação Matemática, por meio da modelagem.

¹ Para evitar repetições exaustivas utilizarei o termo modelagem neste artigo para me referir à modelagem matemática.

² No artigo a alternância entre primeira pessoa do singular e primeira pessoa do plural é intencional. Utilizarei o plural quando o texto se referir às elaborações produzidas com a colaboração do grupo de pesquisa PROVOC.

³ Utilizarei no artigo as palavras “perspectiva”, “concepções” e “conceito” com significados semelhantes. Tentarei fazer com que o contexto da escrita deixe a diferença bem explicitada.

Para que o objetivo seja alcançado, tentarei apresentar elementos que possibilitem um diálogo com as principais perspectivas teóricas brasileiras e com o sistema de classificação proposto por Kaiser e Sriraman (2006).

Antes de entrar na discussão teórica, apresento uma seção na qual descrevo além do histórico do grupo PROVOC na UFMG, o trabalho por nós desenvolvido entre maio de 2009 e julho de 2010.

Na seção seguinte, destaco alguns elementos que considero como principais no trabalho do grupo PROVOC na UFMG, situando-os à luz das perspectivas teóricas de modelagem discutidas neste artigo.

Por fim, apresento algumas considerações, sobre a importância que a experiência de participar de um grupo que promove a inserção de pesquisadores juniores na pesquisa em Educação Matemática teve para minha postura teórica em relação à modelagem.

O Grupo de Educação Matemática do Programa de Orientação Vocacional (PROVOC) na UFMG

O PROVOC da UFMG é um programa de iniciação científica júnior para alunos do ensino médio, implantado na UFMG em 1998. Atualmente, esse programa conta com a parceria da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) e do Ministério da Educação/ Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (MEC/CAPES), o que possibilita a distribuição de 134 bolsas anuais, em geral não prorrogáveis, para estudantes do ensino médio de 12 escolas públicas da capital mineira. Nesse programa, ainda estão envolvidos 73 pesquisadores incumbidos de orientar os estudantes, além de 31 co-orientadores de diferentes áreas do conhecimento.

Esse programa tem como objetivos: despertar no estudante do ensino médio o interesse pela investigação científica, afim de que este possa identificar linhas de pesquisa de seu interesse; permitir um contato com o trabalho de pesquisa em grupo e, finalmente, contribuir para uma escolha profissional mais consciente.

Dentre os diversos grupos que compõem o PROVOC na UFMG está o que realiza suas pesquisas em Educação Matemática. Ele iniciou seus trabalhos em maio de 2009 com encontros semanais. O objetivo era promover uma iniciação à pesquisa em Educação Matemática, na perspectiva da modelagem. Também havia a intenção de verificar como a modelagem poderia contribuir na formação do pesquisador júnior e para a aprendizagem matemática em um ambiente de pesquisa.

O grupo foi formado por uma professora do Colégio Técnico da Escola de Educação Básica e Profissional da UFMG (pesquisadora responsável pelo grupo), por mim, na época estudante de graduação do último período de licenciatura em Matemática pela UFMG (pesquisador co-responsável), por um estudante do segundo ano e por uma estudante do primeiro ano (pesquisadores juniores), ambos do ensino médio, da rede pública estadual de Belo Horizonte.

As reuniões do grupo ocorreram em dois espaços diferentes: em 2009, no setor de Matemática do Colégio Técnico e, em 2010, na Faculdade de Educação da UFMG. Nossa primeira preocupação (pesquisadores responsáveis) era não dar ênfase à imagem de que nas reuniões do grupo de pesquisa haveria aula de reforço de Matemática. Essa preocupação surgiu

após o primeiro encontro, quando estudantes do ensino médio manifestaram ter essa expectativa ao participar do PROVOC. Tal expectativa era esperada, na medida em que, no processo de seleção para ingresso no PROVOC na UFMG, os estudantes escolhiam somente a área que desejavam conhecer, sem informações mais específicas sobre a proposta de trabalho que iriam desenvolver dentro de um grupo de iniciação científica.

Ainda assim, nas primeiras reuniões foram propostas aos pesquisadores juniores algumas atividades de diagnóstico a fim de nos possibilitar uma visão mais específica do conhecimento matemático escolar que eles possuíam. Depois do diagnóstico, o grupo passou a estudar alguns problemas, os quais serão detalhados a seguir.

Os problemas

Problema 1: Aluguel de carros. As atividades de diagnóstico continham perguntas relacionadas aos conteúdos de Matemática normalmente presentes no currículo escolar do ensino fundamental envolvendo números racionais e manipulações algébricas. A partir da análise das respostas dos estudantes, percebemos que um dos pesquisadores juniores ainda não havia desenvolvido plenamente habilidades matemáticas referentes aos conteúdos acima mencionados. Levando isso em consideração, a pesquisadora responsável escolheu um problema cuja solução já conhecia e que demandava habilidades matemáticas que ela julgava adequadas ao nível de conhecimento dos pesquisadores juniores.

Tratava-se de um problema de aluguel de carros. Inicialmente foi distribuído um folheto que continha uma tabela com os valores reais cobrados por uma locadora de automóveis. Na tabela havia o registro de dois possíveis planos de locação, intitulados de “Tarifa Básica” e “Tarifa Especial”. Na primeira eram oferecidas ao cliente duas formas de pagamento, ambas vinculadas à quantidade de quilômetros rodados pelo automóvel do locatário. Já na segunda só havia uma forma de pagamento que se relacionava com a quantidade de dias em que o cliente estaria de posse do carro alugado (quilometragem livre). Além da tabela, todos do grupo receberam uma folha com diversas perguntas, entre as quais estavam: “*Você já alugou carro antes? Qual carro você vai escolher? É possível criar uma regra para calcular quanto irá pagar de aluguel por um dia dependendo do quanto irá andar no carro?*”

Paralelamente à resolução do problema, o grupo fazia a leitura de artigos que discutiam modelagem. Assim, como parte da discussão desse primeiro problema, estudamos o artigo de Bean (2001) que objetivava distinguir a modelagem matemática da aprendizagem matemática baseada em problemas. Esse autor afirma que a essência da modelagem matemática:

consiste em um processo no qual as características pertinentes de um objeto ou sistema são extraídas, com a ajuda de hipóteses e aproximações simplificadoras, representadas em termos matemáticos (o modelo) (...) sempre abertas à crítica ou ao aperfeiçoamento (Bean, 2001, p.53).

Após resolvermos o referido problema e com o término do estudo desse artigo, o grupo concluiu que somente um de seus membros havia desenvolvido, de fato, de uma atividade de modelagem. Isso porque, apesar de nenhum dos dois pesquisadores juniores terem experiência com aluguel de carro, tornando a situação totalmente nova para eles, aquele que já possuía familiaridade com o conceito de função matemática, da forma como é trabalhado nas escolas básicas, identificou o modelo que descreveria as propostas de aluguel, sem precisar levantar hipóteses ou fazer aproximações simplificadoras. Ele ainda considerou que não fez investigações

sobre esse modelo e muito menos se sentiu instigado a criticá-lo. Isso porque identificou rapidamente que se tratava de uma função de 1º grau. Entretanto, o pesquisador júnior que ainda não havia estudado, sistematicamente, o conceito de função na escola, criou estratégias não-convencionais para chegar a uma possível expressão matemática que pudesse indicar como calcular o aluguel dos carros, quando se alterava o tipo de carro ou o tempo do aluguel. Ele fez várias conjecturas sobre as vantagens e desvantagens de um plano de aluguel ou sobre a marca de carro cujo aluguel parecia mais atrativo. Essas conjecturas surgiram das manipulações das expressões matemáticas criadas para descrever os planos de aluguel de carros.

Concluímos, portanto que se fazia necessária uma imersão na literatura sobre modelagem, para que pudéssemos aperfeiçoar nosso trabalho, uma vez que almejávamos que, em problemas futuros, todos os integrantes do grupo de pesquisa, inclusive nós, pesquisadores responsáveis, participássemos do processo de modelagem. Em razão dessa inquietação tomamos conhecimento do artigo de Tomaz (2004) que se apoia em Barbosa (2001) para caracterizar a modelagem como um ambiente de aprendizagem. E foi à luz dessa nova abordagem teórica que o segundo problema a ser trabalhado pelo grupo foi desenvolvido.

Problema 2: A Taxa Metabólica de Repouso. O encerramento da resolução do problema inicial coincidiu com o término do primeiro semestre letivo das escolas. Assim, as reuniões do grupo ficaram suspensas durante o período de férias escolares e a pesquisadora responsável pelo grupo sugeriu aos pesquisadores juniores que aproveitassem esse período de férias escolares para pensarem em problemas relacionados à carreira profissional que pretendiam seguir.

Os pesquisadores juniores tiveram cerca de um mês para levantarem informações de suas áreas de interesse profissional e, com o retorno às reuniões, trouxeram dados em duas áreas de interesse, a saber: nutrição e engenharia. O grupo se debruçou sobre o primeiro desses dois temas porque um dos pesquisadores juniores apresentou uma quantidade maior de material retirado de revistas, jornais e internet.

Depois de lido e discutido o referido material, percebemos que ainda não tínhamos um problema para resolver. Contudo, um artigo oriundo de uma revista de grande circulação nacional, sobre a dieta do atleta Michael Phelps, considerado como atleta de ponta, despertou a curiosidade de todo o grupo, nos levando a indagar: “Qual seria a diferença entre a dieta dos atletas de ponta e a dieta das pessoas “comuns”?”. Essa pergunta acabou nos conduzindo a uma discussão sobre o metabolismo dos atletas, sobre o consumo energético deles e sobre a taxa metabólica de repouso.

Começamos a pesquisar o assunto e verificamos que havia muitos termos desconhecidos para todos do grupo, inclusive o termo Taxa Metabólica de Repouso (TMR). Além disso, diferentes formas de calcular o gasto metabólico apareciam nas revistas de divulgação e nos sites, muitas delas expressas por equações matemáticas. Decidimos então investigar tais equações e calcular, buscando fazer uma modelagem matemática, a TMR de uma pessoa “comum” e compará-la com a de alguns atletas.

Para compreender as equações, procuramos trabalhos acadêmicos na área de fisiologia e encontramos, entre outros, a dissertação de mestrado “Validação de equações de predição da taxa metabólica de repouso em adolescentes”, de autoria de Paulo Henrique Santos da Fonseca defendida no programa de pós-graduação UFSC (Fonseca, 2007), na qual encontramos uma definição mais clara sobre a TMR.

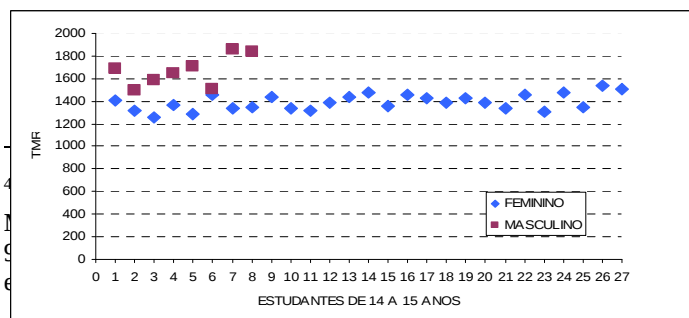
Nesse trabalho encontramos várias equações para o cálculo da TMR. Entre as quais, a equação de Harris-Benedict (1919), que já havíamos estudado em outros textos e que, segundo o autor, teria sido a primeira equação desenvolvida para cálculo da TMR, elaborada a partir de dados de adultos e adolescentes de ambos os sexos.

Nosso objetivo era entender como se chegava às equações do cálculo da TMR, principalmente aos coeficientes. A partir desse estudo esperávamos criar equações para calcular a TMR dos colegas de turma dos dois estudantes do ensino médio. Infelizmente, não conseguimos encontrar claramente na dissertação estudada essa explicação. Resolvemos então, fazer um contato com o autor para que ele pudesse nos dar mais orientações ou indicações de referências bibliográficas, já que não havia ninguém no grupo com conhecimento na área. A partir desse contato, o autor nos enviou vários artigos por meio dos quais esclarecemos algumas de nossas dúvidas.

Na verdade, ao estudar os artigos, percebemos que as equações que estávamos estudando, por exemplo, a de Harris-Benedict (1919)⁴ eram elaboradas a partir de testes de calorimetria indireta que medem as trocas gasosas do organismo com o meio ambiente. A calorimetria indireta estima a produção de energia a partir do consumo de oxigênio (O_2), da produção de gás carbônico (CO_2), da excreção de nitrogênio (N_2), obtidos por meio do calorímetro e posteriormente aplicados à equação matemática (Lacerda; Schieferdecker; Radominski, 2006).

Concluimos que não seria possível construirmos novas equações específicas para a TMR dos colegas dos estudantes porque não dispúnhamos de equipamentos apropriados para essa coleta. Para dar continuidade ao estudo, resolvemos trabalhar um pouco mais com a equação de Harris-Benedict (1919) aplicando-a ao cálculo da TMR dos colegas de turma dos estudantes do ensino médio e comparar esses cálculos com a TMR de alguns atletas de ponta.

Assim os pesquisadores juniores coletaram alguns dados (massa corporal, estatura, idade) de seus colegas de classe. A coleta de dados foi feita na sala de aula de cada um dos pesquisadores. Para referências futuras intitulamos as turmas dos pesquisadores de “Turma IC e Turma DS”. Como parte do tratamento dos dados que haviam sido coletados construímos quatro gráficos. Nos dois primeiros apresentamos a TMR dos adolescentes (colegas de classe dos pesquisadores juniores) separados por turma. E nos dois últimos fizemos uma comparação entre a TMR média dos adolescentes, por turma, com a TMR de alguns atletas de ponta. Para a construção dos gráficos houve o cuidado de fazer a separação por gênero nas duas situações mencionadas e também foi utilizado, como ferramenta auxiliar, o *software Excel*.



aradas por gênero da seguinte forma:
 - 6,7550x (ID). Feminino: kcal/d = 655,0955 +
 quilocaloria por dia, MC = massa corporal, ET =

Figura 1 – Taxa Metabólica de Repouso da Turma IC. Foram entrevistados 8 adolescentes do sexo masculino 27 do sexo feminino em 2009.

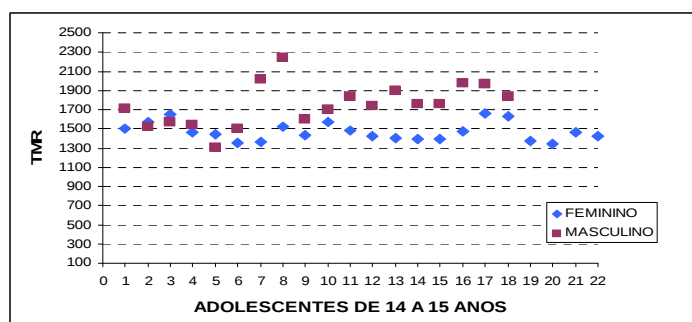


Figura 2 - Taxa Metabólica de Repouso da Turma DS. Foram entrevistados 18 adolescentes do sexo masculino 22 do sexo feminino em 2009.

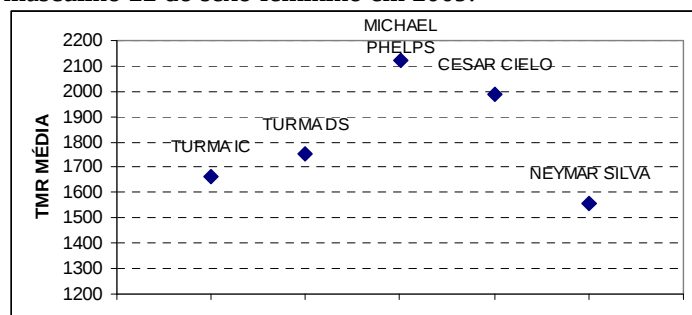


Figura 3 - Correlação entre TMR média dos adolescentes entrevistados do sexo masculino e de atletas de ponta da natação e futebol.

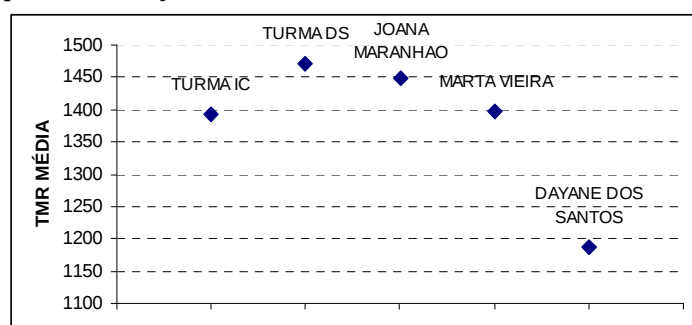


Figura 4: Correlação entre TMR média dos adolescentes entrevistados do sexo feminino e de atletas de ponta da natação, futebol e ginástica olímpica.

Nesse momento da pesquisa percebemos o quanto era difícil chegarmos a uma resposta única e precisa sobre a relação entre metabolismo, dieta e desempenho dos atletas. Percebemos que precisaríamos de mais tempo para pesquisar, para estabelecermos uma relação mais consistente entre a TMR e a dieta dos atletas. Contudo, em razão de uma greve na rede estadual de Belo Horizonte e com o término da participação dos bolsistas no PROVOC resolvemos discutir se as respostas que tínhamos alcançado até o momento haviam sido (ou não) satisfatórias.

Mesmo sem encontrarmos um modelo que respondesse nossa pergunta concluímos que a pesquisa apresentou resultados importantes. Percebemos que os problemas “reais” podem não ter uma resposta definitiva, ou seja, nem todos os problemas têm “respostas no fim do livro”. Contudo, as aproximações a que chegamos foram ao encontro dos nossos objetivos. Assim concluímos que todos os pesquisadores fizeram modelagem no segundo problema, já que partimos de um problema real, e por mais que houvesse uma hierarquia entre os pesquisadores do grupo, todos precisaram investigar, por meio da matemática o referido problema, criando assim um ambiente de aprendizagem, o que conceitua a modelagem conforme Barbosa (2001). Ele diz que “Modelagem é 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.” (Barbosa, 2001, p.6)

A Modelagem no Grupo PROVOC da UFMG

Entendo que, os professores e/ou pesquisadores que estudam/trabalham com modelagem, em geral, se dividem em dois grupos. O grupo dos que explicitam uma concepção própria de modelagem para caracterizar o trabalho que desenvolvem e o grupo dos que se utilizam de concepções já existentes.

Na seção anterior ao descrever os problemas desenvolvidos pelo grupo PROVOC, apresentei as perspectivas teóricas de dois autores, Bean (2001) e Barbosa (2001), mostrando que em determinado momento o trabalho do PROVOC se aproximava de um deles e em determinado momento do outro. Em ambos os casos não havia, de nossa parte, a intenção de criar um novo conceito para modelagem, ou seja, nosso objetivo era o de nos aproximarmos daqueles que se apóiam em concepções de modelagem já consolidadas. Em razão dessa escolha, sou de opinião que para uma compreensão mais clara dos conceitos nos quais o grupo PROVOC se apoiou, deva caracterizar, ainda que em parte, algumas concepções que se relacionam com os autores mencionados.

Nos trabalhos de Dale Bean e de Jonei Cerqueira Barbosa, aparecem citações e/ou referências aos trabalhos de diversos autores, entre os quais estão: Bassanezi (1994), Biembengut (1999) e Araújo (2002). Parece-me, portanto, que seja bastante improvável encontrar uma concepção que anule a outra, ou seja, a impressão que tenho é que é muito mais produtivo pensar as diversas concepções de modelagem, como conjuntos que apresentam particularidades e interseções, a tentar delimitar fronteiras rígidas entre as diversas concepções.

Um dos precursores da modelagem no Brasil, Rodney Bassanezi, autor de diversos trabalhos nessa área (Bassanezi, 1994; 2006), entre os quais um livro intitulado “Ensino-aprendizagem com modelagem matemática”, afirma que a modelagem:

(...) consiste na arte de transformar problemas da realidade em problemas matemáticos e resolvê-los interpretando suas soluções na linguagem do mundo real. [...] pressupõe

multidisciplinaridade, e que, nesse sentido, vai ao encontro das novas tendências que apontam para a remoção de fronteiras entre as diversas áreas de pesquisa (...) (Bassanezi, 2006, p.16)

Outro nome importante no cenário nacional é o de Maria Salett Biembengut Hein (Biembengut, 2004; Biembengut e Hein, 2003). Suas concepções conferem à modelagem o *status* de metodologia de ensino. Para Biembengut e Hein (2003) modelagem seria uma “metodologia de ensino-aprendizagem que parte de uma situação/tema e sobre ela desenvolve questões que tentarão ser respondidas mediante o uso de ferramental matemático e da pesquisa sobre o tema.” (p.28)

Ainda na discussão sobre modelagem, Araújo (2009) propõe uma aproximação entre modelagem e Educação Matemática Crítica. A autora afirma que modelagem seria:

uma abordagem, por meio da matemática, de um problema não-matemático da realidade, ou de uma situação não-matemática da realidade, escolhida pelos alunos reunidos em grupos, de tal forma que as questões da Educação Matemática Crítica embasem o desenvolvimento do trabalho (Araújo, 2009, p.65).

Assim, apesar das diferentes formas de caracterizar modelagem, entendo que seja possível propor eixos de aproximações e afastamentos entre as definições desses autores. Por exemplo, parece-me possível aproximar as concepções de Araújo (2009) e Bassanezi (2006) na medida em que em ambas é esperado que a modelagem seja usada para resolver problemas da realidade, por meio da Matemática. A perspectiva de Araújo (2009) tem a especificidade de embasar o desenvolvimento das atividades de modelagem na Educação Matemática Crítica, fato que não se observa em Bassanezi (2006).

Já quando comparamos Biembengut e Hein (2003) e Bassanezi (2006) percebemos que ambos os autores acreditam que uma etapa importante do processo de modelagem seja a utilização do ferramental matemático, sendo que este último vislumbra na modelagem a possibilidade de realização de um trabalho multidisciplinar.

Em razão dessas fronteiras conceituais não serem muito claras parece-me que quando desenvolvemos os problemas do grupo PROVOC, perpassamos por diversas concepções de modelagem. Por exemplo, no primeiro problema (o do aluguel dos carros) percebo uma proximidade com a perspectiva Pragmática de modelagem (Kaiser e Sriraman, 2006). Afirmando isso me baseando nos seguintes elementos: cuidado da pesquisadora em propor uma situação cuja habilidade de resolvê-la pudesse ser notada no pesquisador júnior; a preocupação em se chegar a um modelo; a escolha de um problema que promovesse (ou despertasse) competências de modelagem nos pesquisadores juniores e a expectativa de que o problema se aproximasse da realidade.

Vislumbro na mudança de objetivo, percebida do primeiro para o segundo problema, elementos mais próximos da perspectiva Sócio-crítica de modelagem (Kaiser e Sriraman, 2006). Alguns desses elementos são: a intencionalidade de promover nos pesquisadores juniores uma escolha profissional mais consciente; a preocupação com o processo da pesquisa (não com o modelo) e com o engajamento dos pesquisadores juniores; a expectativa de que a matemática estivesse a serviço do problema, em suma, o objetivo de que os pesquisadores juniores observassem o mundo (e, portanto a matemática) de uma forma mais crítica.

É importante que se esclareça que as fronteiras entre as diversas perspectivas de modelagem são muito tênues. Assim as características do trabalho do grupo PROVOC, que aqui apresentei, não foram apontadas com o objetivo de enquadrá-lo em perspectiva A ou B, mas para destacar suas aproximações e afastamentos.

Considerada essa preocupação de não engessar teoricamente o trabalho, acredito que seja possível aproximar as perspectivas de modelagem utilizadas no desenvolvimento dos dois problemas, desde que analisadas à luz da perspectiva Educacional de modelagem (Kaiser e Sriraman, 2006). Afirmo isso porque em ambos os problemas existia uma preocupação educacional como objetivo central, nos quais é possível perceber que houve:

1) A intenção de ajudar os alunos a estruturarem seu processo de aprendizagem. No primeiro uma preocupação mais relacionada à apreensão dos conteúdos matemáticos, no segundo uma preocupação mais crítica.

2) A introdução de conceitos matemáticos (gráficos, funções, desvio padrão, etc.) e a intenção de se promover o processo de aprendizagem (inserção no ambiente acadêmico, percepção crítica dos conteúdos matemáticos, etc).

Outro fato importante que identifico no trabalho do grupo PROVOC é a mudança de postura ocorrida em nós pesquisadores durante o processo de pesquisa. Parece-me possível propor uma associação entre nossa postura e os conceitos de *zona de conforto* e *zona de risco* (Borba e Penteado, 2001). No primeiro problema, ao propormos uma situação cuja resposta fosse conhecida, estávamos situados na *zona de conforto*, já no segundo, ao nos lançarmos em um problema com solução aberta migramos para a *zona de risco*.

A noção de *zona de risco* foi discutida por Penteado (2001) no estudo das experiências de professores na implementação de computadores nas aulas e diz respeito a imprevisibilidade relacionada a utilização de um novo ambiente de aprendizagem na prática pedagógica do professor. Com relação à modelagem, a organização e a condução de uma atividade de natureza aberta, para qual não há estratégias *a priori* a serem seguidas para a resolução de problemas provenientes do dia a dia ou de outras áreas do conhecimento, pode mover o professor para uma zona de risco quando ele usa modelagem nas aulas (Oliveira; Barbosa, 2010/2011).

No primeiro problema o grupo PROVOC ainda não se conhecia bem, era nossa primeira experiência na orientação de pesquisadores tão jovens e isso trouxe certo receio quanto ao que poderia ser proposto. Por essa razão, avalio que caso o grupo tivesse se lançado já no início em um problema completamente aberto, poderia ter se perdido e não conseguido realizar uma atividade de modelagem.

A transição da *zona de conforto* para a *zona de risco* ocorreu em certa medida com tranquilidade. A imprevisibilidade da segunda atividade, um problema completamente aberto, foi atenuada pelo maior envolvimento (desejo de que todos participassem de uma atividade de modelagem) dos pesquisadores juniores, pelo não estranhamento ou pela diminuição deste estranhamento em se trabalhar questões abertas e tudo isso contribuiu para, ainda que numa *zona de risco*, conseguíssemos enfrentar a situação.

Destaco, por fim, que a experiência desse grupo de pesquisa me fez perceber que é mais fecundo encontrar uma perspectiva de modelagem que se adéque às condições em que o trabalho será desenvolvido do que tentar encontrar a definição precisa de modelagem. Se por um lado a

primeira perspectiva utilizada foi mais restritiva, por outro permitiu que nós, pesquisadores responsáveis, introduzíssemos os pesquisadores juniores em atividades de modelagem, aportados numa *zona de conforto*. A segunda perspectiva por sua vez se mostrou mais ampla que a primeira, contudo contou com os pesquisadores já envolvidos no ambiente de pesquisa, o que nos possibilitou a ousadia necessária para migrarmos para uma *zona de risco*.

Considerações Finais

Ao iniciar o trabalho no grupo PROVOC, preocupei-me em compreender o conceito de modelagem e mais, encaixar uma forma de trabalhar que fosse ao encontro dessa perspectiva teórica. Durante toda a realização da pesquisa uma inquietação perturbava-me, estaríamos conseguindo desenvolver um trabalho na perspectiva da modelagem? E só consegui problematizar essa inquietação depois de fazer uma reflexão teórica mais profunda sobre modelagem.

Avalio que trabalhamos, em ambos os problemas, com modelagem, só que aportados em diferentes perspectivas. A forma com que conduzimos o primeiro problema, à luz da perspectiva teórica em que estávamos, acabou permitindo que conseguíssemos promover a inserção de pelo menos um dos pesquisadores no ambiente de pesquisa da modelagem, além de possibilitar que todos confiassem no trabalho uns dos outros, dentro desse grupo de pesquisa. No segundo, a mudança de estratégia de trabalho motivada pelo novo aporte teórico permitiu que todo o grupo trabalhasse com modelagem. Assim, ambas as perspectivas ofereceram boas contribuições ao trabalho que desenvolvemos.

Acredito que a forma com que trabalhamos além de permitir a inserção dos pesquisadores juniores na pesquisa em Educação Matemática transformou a postura de todos os pesquisadores do grupo. No primeiro problema ao tentarmos controlá-lo, restringimos muito o trabalho com modelagem fazendo com que os modelos que iam surgindo fossem previsíveis (pouco inovadores); por outro lado esse incômodo nos impulsionou na direção de deixarmos a *zona de conforto*. No segundo, já na *zona de risco*, trabalhamos mais de perto com a imprevisibilidade, percebemos que o trabalho do grupo se tornou mais delicado, inclusive nos colocando em situações de certo temor sobre os rumos da pesquisa, contudo promoveu uma maior participação de todos, permitindo inclusive o trabalho em áreas desconhecidas a todos os integrantes do grupo.

Finalizando acredito na importância do trabalho com modelagem, sobretudo por propiciar aos professores/pesquisadores a experiência com fatores como: imprevisibilidade, problemas abertos - característicos da modelagem – e centralidade do aluno no processo educativo; características essas que julgo fundamentais para a formação de pesquisadores mais e menos experientes e que no grupo PROVOC contribuíram para a inserção de pesquisadores juniores na pesquisa em Educação Matemática e para o amadurecimento dos pesquisadores formadores.

Agradecimentos

As idéias aqui apresentadas são de minha inteira responsabilidade. Contudo, gostaria de agradecer aos pesquisadores do PROVOC na UFMG: Vanessa, Diego e Isabela, por tornarem possível o trabalho de modelagem nesse grupo de pesquisa, aos colegas e à professora Jussara Araújo da disciplina Modelagem Matemática pelas contribuições teóricas, em particular à Cristina Ferreira, pela leitura à versão preliminar deste artigo.

Referências

- Araújo, J.L. (2002). Cálculo, Tecnologias e Modelagem Matemática: As Discussões dos Alunos. Tese (Doutorado em Educação Matemática) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. 278 f.
- Araújo, J.L. (jul. 2009). Uma Abordagem Sócio-Crítica da Modelagem Matemática: a perspectiva da educação matemática crítica. *Alexandria*. Revista de Educação em Ciência e Tecnologia, v.2, n.2, p.55-68.
- Barbosa, J.C. (2001). *Modelagem na Educação Matemática*: contribuições para o debate teórico. In: REUNIÃO ANUAL DA ANPED, 24., Caxambu. *Anais...* Rio Janeiro: ANPED, 2001. 1 CD-ROM.
- Barbosa, J.C. (jun.2003). Modelagem Matemática na sala de aula. *Perspectiva*, Erechim (RS), v.27, n.98, p.65-74.
- Bassanezi, R. C. (abr / jun 1994). *Modelagem Matemática*, Dynamis, Blumenau - SC., v. 1, n^o 7, p. 55 – 83.
- Bassanezi, R. C. (2006). *Ensino-aprendizagem com modelagem matemática*. São Paulo: Contexto.
- Bean, D. (2001). O Que é Modelagem matemática? *Educação Matemática em Revista*. SBEM, n^o 9/10, ano 8, p. 49-57.
- Biembengut, M.S. (2004). *Modelagem Matemática & Implicações no Ensino-Aprendizagem de Matemática*. 2. ed. Blumenau: Edifurb, v. 1. 134 p.
- Biembengut, M.S; Hein, N. (2003). *Modelagem Matemática no ensino*. São Paulo: Contexto.
- Fonseca, P.H.S. (2007). *Validação de equações de predição da taxa metabólica de repouso em adolescentes*. 126 f. (Dissertação em Educação Física)- Programa de Pós-graduação em Educação Física, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- Kaiser, G.; Sriraman, B. (2006). A global survey of international perspectives on modelling in mathematics education. *The International Journal on Mathematics Education*, 38(3), 302-310.
- Lacerda, K.R.C; Schieferdecker, M.E.M; Radominski, R.B. (abr./jun. 2006). Avaliação do gasto metabólico na prática clínica. *RUBS*, Curitiba, v.2, n.2, p.15-23.
- Oliveira, A. M. P. ; Barbosa, J. C. (2011). *Modelagem Matemática e Situações de Tensão na Prática Pedagógica dos Professores*. Bolema. Boletim de Educação Matemática (UNESP. Rio Claro. Impresso).
- Tomaz, V.S. (2004). *Uma Experiência de Modelagem Matemática em Sala de Aula*. In: VIII ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 2004, Recife. *Anais*. Recife: SBEM.
- <http://www.coltec.ufmg.br/provoc/?principal=provocnaufmg&Codigo=16> <acesso em 21/01/2011>