

PLANEJAMENTO DE ATIVIDADES DE MODELAGEM MATEMÁTICA: UM CAMINHO POSSÍVEL

Luzinete Oliveira Mendonça
Universidade Cruzeiro do Sul
luza.oliveira7@gmail.com

Celi Espasandin Lopes
celilopes@uol.com.br

Resumo

Este trabalho, que possui natureza qualitativa, busca compreensões sobre o planejamento de atividades na perspectiva de modelagem, considerando a importância dessa ação para que o professor inclua essa perspectiva pedagógica em sua prática. Serão analisadas e discutidas, a partir da observação da presença de alguns princípios, atividades desenvolvidas por três professores integrantes de um grupo de natureza colaborativa, o qual toma a modelagem matemática como foco de discussão para implementar a Educação Estatística. Os resultados indicam que as atividades elaboradas dependem da intervenção pedagógica para contemplar os pressupostos epistemológicos da modelagem matemática, considerando que esses, no caso da Educação Estatística, demandam raciocínios específicos, próprios dos fenômenos aleatórios.

Palavras-chave: Planejamento de atividades. Modelagem matemática. Educação Estatística. Formação de professor. Grupo colaborativo.

Abstract

This work, which is from qualitative nature, seeks understandings about the planning of activities in the perspective of modeling, considering the importance of this action for the teacher to include this educational perspective in his practice. It will be analyzed and discussed, from the observation of the presence of some principles, activities that were developed by three teachers who are members of a collaborative nature group, which takes mathematical modeling as the center of the discussion in order to implement the Statistics Education. The results show that the developed activities depend on education intervention to contemplate the epistemological assumptions of mathematical modeling, whereas these, in the case of Statistics Education, require specific reasoning, property of the random phenomena.

Key words: Planning activities. Mathematical modeling. Statistics Education. Teachers Training. Collaborative Group.

Introdução

A modelagem matemática tem sido foco de discussão na Educação Matemática. Nesse contexto, ela está sendo considerada uma perspectiva pedagógica rica em possibilidades de construção de conhecimentos, capaz de contribuir para mudar o quadro atual no que se refere ao conhecimento matemático dos estudantes.

Apesar do otimismo acerca do uso dessa perspectiva pedagógica, consideramos a necessidade de ampliar as discussões sobre aspectos metodológicos e pedagógicos que envolvem sua adoção, o que ocorre principalmente em função das escassas oportunidades de vivência nessa perspectiva no percurso formativo de muitos professores como alunos do ensino básico ou do superior (BARBOSA, 2001; CHAVES, 2012; OLIVEIRA, 2010). Diversos pesquisadores e docentes têm se dedicado à pesquisa e à intervenção na formação de professores, com vistas a promover condições para que estes tenham contato com a modelagem (ALMEIDA; DIAS, 2007; BARBOSA, 2001, 2004; CHAVES, 2012; OLIVEIRA, 2010; SILVA, 2006; SILVA; DALTO, 2011).

No entanto, a prática com MM na sala de aula ainda é pequena (BLUM; FERRI, 2009; SILVA; DALTO, 2011). Essa realidade nos leva a destacar a necessidade de ampliar as discussões sobre o fazer modelagem na sala de aula. Nesse sentido, Silva e Dalto (2011, p. 181) afirmam que

o debate sobre os fatores que podem influenciar na utilização da modelagem perpassa uma caracterização do processo de fazer modelagem e das implicações pedagógicas dele decorrentes, sendo necessário considerar a abordagem do conteúdo, a gestão da sala de aula e os diferentes papéis dos sujeitos (alunos e professores).

Essa discussão corrobora nossa concepção de que a falta de clareza sobre esses aspectos inibe muitos professores a adotar a modelagem em sua prática. Consideramos, portanto, pertinente discutir neste trabalho o planejamento de atividades de modelagem, buscando construir elementos para a compreensão desse processo e fomentar a discussão sobre essa temática, já que esse é um aspecto pouco discutido na área.

Nosso objetivo principal é compreender como os professores contemplam as ações características da modelagem no planejamento de atividades dessa natureza. Para essa discussão serão postas em destaque atividades desenvolvidas por três professores em um espaço de discussão sobre modelagem (Por vezes, o termo “modelagem” será usado em substituição ao termo “modelagem matemática” para evitar a repetição). Apresentamos a

seguir a metodologia adotada neste trabalho, a caracterização dos sujeitos envolvidos e do contexto desta pesquisa, e os procedimentos usados na análise dos dados.

Metodologia de pesquisa

Optamos por realizar um estudo de natureza qualitativa, conforme os pressupostos de Garnica (2004). Essa escolha ocorreu pelo fato do fenômeno analisado demandar procedimentos descritivos e interpretativos e reconhecimento da presença da subjetividade presente no processo.

A construção dos dados ocorreu em um espaço de discussão de um grupo de natureza colaborativa, GIFEM (Grupo de Investigação e Formação em Educação Matemática), o qual discute a Educação Estatística no ensino básico. O grupo é composto por quatro professores especialistas em Matemática, uma pedagoga e duas pesquisadoras.

A proposta de inserir a discussão sobre a modelagem no grupo foi efetivada no final de 2012 e desenvolvida no primeiro semestre de 2013 em encontros quinzenais. Essa circunstância nos pareceu conveniente por entendermos que a interação já estabelecida entre os participantes seria um fator favorável para o desenvolvimento da proposta.

Este texto toma para análise uma das ações vivenciadas pelos professores nesse período: a *elaboração de atividades de modelagem matemática*. Com isso, são objetos de estudo deste trabalho as atividades elaboradas por três professores participantes do GIFEM. A escolha das atividades ocorreu em função delas ainda não terem sido foco de análises em outros trabalhos compostos no período de estudo do projeto de doutorado, do qual este texto faz parte (MENDONÇA, 2015).

Constituíram-se em dados para este estudo os planejamentos das atividades de três professores do grupo, os quais foram concebidos e socializados no espaço de discussão do grupo, quando este refletia sobre a modelagem matemática. Naquela ocasião, os professores tiveram contato com algumas ações que deram suporte à elaboração das atividades: vivência no desenvolvimento de atividade de modelagem, estudo de caso de ensino, análise de modelos prontos e reflexão sobre aspectos teóricos e práticos referentes à modelagem.

A análise dos dados terá como base a observação da contemplação dos princípios propostos por Lesh, Amit e Shorr (1997) para a elaboração de atividades de modelagem, os quais têm como objetivo possibilitar a elaboração de atividades em que o processo de modelagem seja requerido no procedimento de resolução. É significativo frisar que

anteriormente uma atividade elaborada nessa perspectiva foi desenvolvida pelos professores. Passamos a discutir a base teórica dessa investigação.

Fundamentação teórica

O planejamento das atividades na perspectiva de modelagem é uma tarefa que exige uma visão ampla, que abranja aspectos conceituais, metodológicos e pedagógicos, de forma a atender aos objetivos da escola e contemplar os anseios da família, da sociedade e dos estudantes. Além disso, é necessário considerar fatores específicos dessa abordagem, os quais estão relacionados com a perspectiva de modelagem adotada, as características do contexto, a disponibilidade de material e de tempo, e o relacionamento do professor com os alunos e o caráter aberto dessa perspectiva, como observam Oliveira, Prado e Silva (2013, p. 2): “Planejar, nesse caso, diz respeito a um processo de reflexão e de tomada de decisões relativas a uma ação que, porém, não está incondicionalmente limitada aos objetivos delineados inicialmente pelo indivíduo”. No que se refere à natureza dessas atividades, Barbosa (2004, p. 4) destaca:

existem dois aspectos centrais para essas atividades. O primeiro é que elas devem se constituir como problemas para os alunos, ou seja, eles não devem possuir esquemas prévios para abordá-las, mas terão que demandar um certo esforço intelectual. O segundo refere-se ao fato de que as atividades devem se sustentar no mundo-vida das pessoas, envolvendo dados empíricos reais.

Desse modo, admite-se o caráter interdisciplinar dessa abordagem. Além disso, por ser essa uma perspectiva pedagógica que supõe um sujeito ativo na construção do conhecimento, considera-se a necessidade de desenvolver situações desafiadoras e ricas para atrair os estudantes a participar do processo e empenhar-se para desenvolver a investigação, o que exige estratégias de intervenção para estimulá-los no decorrer do processo.

O planejamento da atividade na perspectiva de modelagem, a nosso ver, envolve a preparação do ambiente para o desenvolvimento da atividade. Isso inclui a previsão de algumas ações dos estudantes e intervenções do professor, de materiais a serem usados; além da elaboração da atividade em si, quando ela é estruturada previamente pelo professor, a exemplo do “caso 1” e “caso 2” propostos por Barbosa (2001) ou dos modelos de atividade sugeridos por Garfield, Delmas e Zieffler (2010) e Lesh, Amit e Shorr (1997).

Mesmo as atividades não estruturadas previamente – como os projetos de ensino observados em Campos (2007), Jacobini (1999) e Mendonça (2008) – permitem algumas

previsões. Ademais, providências específicas precisam ser tomadas previamente, ainda que não sejam definitivas, como preconizam Oliveira, Prado e Silva (2013, p. 2): “o planejamento pode ser visto como um processo flexível, sujeito a eventos circunstanciais (alguns até previsíveis) que sofram alterações a serem adotadas”. Essa flexibilidade é inerente a um planejamento e, particularmente, à dinâmica de um ambiente de natureza investigativa, como é o caso da modelagem, em que os estudantes trabalham de forma autônoma.

Na elaboração de uma atividade estruturada, a problematização inicial da situação real é feita pelo professor, levando em conta os diversos interesses e os procedimentos que a modelagem demanda, o que é realizado previamente à apresentação aos estudantes. Problematizar nesse caso, “é o caminho para chegar ao problema, que se formulado, pode desencadear, na solução, a construção de conhecimentos matemáticos” (MENDONÇA, 1993, p. 274).

No entanto, dados empíricos evidenciam que essa não é uma tarefa simples, como observa Silva (2006) em uma discussão sobre o desenvolvimento de atividades de modelagem por um grupo de professores em um curso de formação continuada. No que se refere às atividades elaboradas pelos professores, a autora afirma:

Apesar do uso de situações e dados reais, os problemas muitas vezes foram elaborados e propostos da forma habitualmente proposta em um ensino tradicional, isto é, sugerem encaminhamentos pré-definidos para a resolução de questões, envolvendo ações orientadas e direcionadas para os alunos. (SILVA, 2006, p. 7).

O relato evidencia a dificuldade dos professores em problematizar situações reais, já que as atividades são excessivamente fechadas, dando pouca oportunidade para os estudantes desenvolverem estratégias próprias no processo de resolução. Situação semelhante foi observada por Sant’ana e Sant’ana (2009) em uma experiência realizada com uma turma de licenciatura. Tal experiência visava observar como os futuros professores problematizavam situações reais. Os pesquisadores concluíram:

A partir dos resultados obtidos, percebemos que os educandos apresentam a tendência de formular perguntas fechadas. É possível afirmar que esta tendência, na maioria das vezes, decorre do fato de viverem a pedagogia da resposta no Ensino Médio e reproduzirem o ambiente em que estudaram nos últimos anos. (SANT’ANA; SANT’ANA, 2009, p. 6).

Ponderamos que esse resultado também pode estar relacionado à dificuldade de identificar ideias que explorem conceitos matemáticos ou estatísticos em situações reais, como foi observado por Chick e Pierce (2010). Para esses autores, essa capacidade se relaciona ao conhecimento de conteúdo a ser ensinado. Tal saber contribui para o

reconhecimento da possibilidade de a situação demandar sua exploração e o conhecimento pedagógico para planejar estratégias de intervenção que possibilitem, aos estudantes, a construção dos conceitos mencionados. Nessa perspectiva, a problematização depende de conhecimentos específicos do professor para que ele possa fazer a devida interpretação e simplificação da situação real e elaborar uma atividade aberta que demande procedimentos e conceitos matemáticos possíveis de serem construídos pelos alunos.

Esse processo é ainda mais complexo no caso das atividades não estruturadas, nas quais a problematização é feita no decorrer do processo, de forma que a intervenção do professor leve os alunos a buscar meios de responder aos questionamentos propostos. Nesse sentido, Silva e Dalto (2011, p. 187) pontuam:

A capacidade de problematização, fundamental na abordagem investigativa requerida pela Modelagem, é um processo a ser desenvolvido e que sofre influências do ensino tradicional podendo algumas vezes, inibir posturas mais investigativas. Tais influências não devem ser desconsideradas, pois, darão contornos à condução desse processo.

É destacada a habilidade de problematização das situações reais para que os professores possam promover atividades de modelagem, particularmente considerando a parca ou nula vivência com esse tipo de situação como alunos do ensino básico e da formação inicial do docente.

As discussões anteriores mostram que problematizar situações reais – de modo a extrair delas ideias, conceitos e atitudes específicas – é uma barreira para a elaboração das atividades na perspectiva de modelagem. O que é um fato relevante para o debate acadêmico da Educação Matemática. Essa consideração se fundamenta na concepção de que a problematização é o cerne do processo de modelagem. Sendo assim, essa habilidade deve ser desenvolvida pelo professor para que ele possa elaborar atividades e ajudar seus estudantes a problematizar as situações que desejam investigar.

A partir de dados empíricos, Lesh, Amit e Shorr (1997) desenvolveram alguns princípios para a orientação na elaboração de atividades em que a referência seja uma situação real e o processo cognitivo da modelagem matemática seja almejado. Consideramos que esses princípios podem contribuir para o planejamento de atividades de modelagem estruturadas ou não. Por meio deles, passa-se pela problematização de circunstâncias reais, de modo que a resolução demande conceitos e atitudes específicas dos alunos, e pela organização de um ambiente propício para que esse processo se efetive.

A partir de uma releitura desses princípios, passamos a discutir cada um deles, tendo como referência a compreensão de modelagem de forma ampla, admitindo as diversas perspectivas presentes na Educação Matemática. Em função do contexto desta pesquisa, buscamos discutir a pertinência deles à Educação Estatística.

O *princípio da realidade* refere-se à necessidade de tomar como base situações que possam realmente ocorrer na vida das pessoas e sejam relevantes para os alunos. O que abrange ainda a consideração de suas ideias e de seus interesses no desenvolvimento do processo investigativo e o estímulo à compreensão da atividade com base nos conhecimentos pessoais e nas experiências em situações análogas (LESH; AMIT; SHORR, 1997).

Na elaboração de atividades de Educação Estatística tem-se uma infinidade de temas e situações do cotidiano e das ciências a serem abordadas, em função do caráter interdisciplinar dessa área. No entanto, a problematização deve atentar para as possibilidades de a investigação ser efetivada pelos estudantes, levando em conta a obtenção de dados, os conceitos e os raciocínios envolvidos.

O *princípio do protótipo simples*, admitindo a complexidade das situações reais, considera a necessidade de fazer adaptações ou simplificações, de modo que seja possível, aos estudantes, a construção de modelos e procedimentos matemáticos (LESH; AMIT; SHORR, 1997). No caso de atividades estruturadas, é preciso levar em conta que a atividade deve possuir elementos motivadores para atrair os alunos, já que o tema não foi escolhido por eles, e os dados podem ser fornecidos de forma direta ou indireta, neste caso sendo indicados os meios de obtê-los (consulta a anuários, fichas, internet etc.).

Esse princípio está relacionado à competência de problematização, a qual demanda recortes de situações reais, tendo em mente o nível dos alunos e a exigência de esforço intelectual, como indica Barbosa (2001). Essa consideração é pertinente também no caso das atividades não estruturadas, já que, para promover encaminhamentos na orientação dos alunos no decorrer do processo, a problematização se faz necessária (MENDONÇA, 1993).

Na Educação Estatística, essa limitação pode ser feita de distintas formas. Nas atividades estruturadas, pode-se por exemplo, escolher aspecto(s) da situação, fornecer alguns dados e delimitar a abrangência da investigação. E naquelas que não for possível estruturar previamente é possível negociar com os estudantes as variáveis a serem analisadas – considerando, por exemplo, a relevância para a compreensão do tema ou para a(s) resposta(s) do(s) questionamento(s) inicial(is) – e sugerir os instrumentos específicos de coleta dos dados e a amostra a ser investigada, conforme observado em Campos (2007), Jacobini (1999) e Mendonça (2008).

O *princípio da construção do modelo* estabelece a necessidade de gerar uma problematização que conduza à construção de um modelo matemático. Ele admite também situações em que o modelo tenha que ser modificado, ampliado ou refinado, o que é favorecido em tarefas que envolvem a explicação, a manipulação de variáveis, a predição ou o controle de um sistema estruturalmente significativo, de modo que a atenção esteja centrada nos padrões e nas regularidades subjacentes aos dados e não em características superficiais ou crenças pessoais (LESH; AMIT; SHORR, 1997).

Esse princípio indica que a problematização deve contemplar a necessidade de um encadeamento de ideias logicamente estruturado, de modo que as hipóteses pessoais tenham que ser devidamente comprovadas ou justificadas com a apresentação de um modelo. A pertinência desse pressuposto reside na liberdade de – em uma atividade aberta, ainda que estruturada previamente pelo professor – os estudantes usarem conceitos, métodos e raciocínios próprios, o que inviabiliza qualquer exigência direta sobre suas ações. Nesse caso, é preciso que a atividade seja proposta de modo que a construção de um modelo matemático seja parte do processo, para evitar que a investigação empreendida não passe pela elaboração de um modelo ou pelos conceitos matemáticos e ainda assim responda ao problema, tomando como base intuições, conhecimentos ou vivências anteriores.

As situações em que se tem que tomar decisões com base em dados são favoráveis para a contemplação das ações elencadas nesse princípio, particularmente quando a divulgação de resultados é requerida. No caso da Educação Estatística, essa solicitação demandará a elaboração de representações gráficas ou tabulares, as quais apresentarão os resultados do processo investigativo. Nesse contexto, ressaltamos a importância do estímulo ao uso de múltiplas representações para a escolha daquelas que melhor mostrem o comportamento dos dados ou satisfaçam à questão inicial.

O *princípio da autoavaliação* indica a importância de os estudantes julgarem por si mesmos se as respostas/modelos/estratégias elaboradas são adequadas e/ou suficientes para o fornecimento de uma proposta de solução ao problema. Nesse sentido, a atribuição da relevância ao processo empreendido pode contribuir para que a avaliação das ações, dos procedimentos e dos modelos construídos pelo grupo ou pelo indivíduo seja feita (LESH; AMIT; SHORR, 1997).

As considerações podem ajudar o professor a elaborar uma atividade que possibilite aos estudantes a produção de propostas para a resolução do problema de acordo com suas concepções. No entanto, é necessário que haja propósitos que justifiquem um esforço

intelectual para essa produção, o que demanda clareza dos objetivos da atividade e dos mecanismos de análise de respostas e procedimentos.

A proposta de concorrência entre grupos ou comparação de respostas alternativas no grupo pode levar à validação, pelos próprios alunos, de seus modelos, procedimentos e atitudes. Saber para que fim os resultados são necessários e para quem eles interessam também pode ser estimulante. Ressaltamos a relevância desses aspectos para o envolvimento dos alunos no processo investigativo, o que também evidencia Saviani (1985 apud MALHEIROS, 2008, p. 154) na seguinte afirmação: “não há problema se não existe uma necessidade em resolvê-lo”.

A contemplação desse princípio na Educação Estatística é importante devido à dinâmica do processo de investigação estatística, o qual demanda postura reflexiva e avaliação constante das ações empreendidas e dos resultados obtidos, procedimento que exige o pensamento estatístico (LOPES, 2008).

O *princípio da documentação do modelo* tem relação com uma problematização que demande o registro das ações empreendidas, dos raciocínios e dos procedimentos usados no processo investigativo. No decorrer da investigação, esses registros vão fornecer elementos para que o professor tenha ideia sobre que tipo de sistema (objetos matemáticos, relações, operações, padrões, regularidades) os alunos pensaram para construir modelos e tirar conclusões, o que é favorecido quando se tem a previsão de conceitos e procedimentos possíveis ao processo de resolução do problema (LESH; AMIT; SHORR, 1997).

Criar essa necessidade na atividade implica em que o registro faça parte da resposta do problema. Isso pode contribuir para a busca de formas eficientes de apresentação de dados e relações observadas, o que amplia as possibilidades de os estudantes construírem estratégias e modelos significativos. A ideia de prever os conceitos a serem usados pelos estudantes possibilita, ao professor, perceber a adequação da problematização ao nível dos alunos e se preparar para abordá-los.

É possível inferir que o registro dos estudantes é um importante meio de acompanhamento de seu desenvolvimento. Tal documentação possibilita a observação das necessidades dos alunos, fornecendo elementos para o professor instigar a problematização no decorrer do processo, contribuindo com ela, organizar o raciocínio dos estudantes e documentar sua participação no processo.

Essa estratégia pode ser um meio de amenizar possíveis resistências de pais que avaliam o desempenho dos filhos pelas atividades que estes desenvolvem na escola. A solicitação de entrega de relatórios parciais e a socialização do processo podem servir para

contemplar esse princípio quando não é possível acompanhar os estudantes em toda a realização da atividade.

O *princípio da generalização do modelo* leva em conta a contemplação de fatores que induzam os alunos a construir modelos genéricos, que possam ser aplicados a situações similares à pesquisada (LESH; AMIT; SHORR, 1997). Espera-se, portanto, que a atividade provoque a ampliação das relações observadas na solução do problema investigado para circunstâncias semelhantes. A abstração dessas relações e a comparação com situações correlatas podem levar à generalização.

No que se refere à Educação Estatística, esse princípio pode ser contemplado com a proposta de exploração da inferência (transferência dos resultados observados em amostras para a população), o que pode ser tratado, por exemplo, com o uso de porcentagens na comparação de resultados de amostras diferentes e dessas com os resultados observados na população (KOORO; MENDONÇA; LOPES, 2012).

Consideramos que os princípios apresentados podem contribuir para a previsão dos conceitos que os alunos precisarão, dos processos cognitivos que utilizarão e de suas atitudes e de suas ações, o que pode garantir, minimamente, condições para o desenvolvimento de raciocínios e procedimentos que contribuam para a ampliação de ideias e conhecimentos acerca da Matemática, de forma geral, ou da estatística, em particular. Desse modo, o professor pode se sentir mais confiante para atender aos diversos interesses presentes no contexto escolar, já que a insegurança é uma das barreiras para a adoção da modelagem na prática pedagógica de alguns professores (BARBOSA, 2001; ROSA; KATO, 2011).

Garfield, Delmas e Zieffler (2010) consideram esses princípios pertinentes para elaborar atividades para estudantes em cursos introdutórios de Estatística. Os autores atribuem a esses pressupostos a capacidade de contribuir para a criação de atividades desafiadoras com dados de situações reais, as quais desafiam os alunos a criar e testar modelos a fim de resolver problemas estatísticos complexos. Dessa forma, conforme afirmam os pesquisadores, é possível contemplar os elementos propostos por Wild e Pfannkush (1999) para o desenvolvimento do pensamento estatístico.

Wild e Pfannkush (1999) consideram que o pensamento estatístico envolve raciocínios específicos em função da natureza dos fenômenos aleatórios. Essa particularidade, de acordo com os autores, compreende: o *reconhecimento da necessidade dos dados*, que consiste na percepção de que as experiências pessoais e a intuição não são suficientes para a tomada de decisão sobre muitas situações da vida real; a *variabilidade* presente nos dados; e a *integração dos dados ao contexto* para a compreensão dos significados neles impressos. Além

disso, o *raciocínio com modelos* é um importante instrumento para a observação de comportamentos e relações entre variáveis; o que pode ser favorecido com a “*transnumeração*” ou mudança de representação. Esse processo considera que múltiplas visões dos dados podem favorecer a compreensão de tendências e possibilitam a escolha do modelo que melhor expressa o comportamento dos dados.

A proposta de Wild e Pfannkush (1999) converge com o processo de modelagem na Educação Estatística. A convergência desses elementos com a dinâmica do processo de modelagem na Educação Estatística foi observada em Mendonça (2008) e Mendonça e Lopes (2011). Ademais, conforme Garfield, Delmas e Zieffler (2010), ela pode ser contemplada com a utilização dos princípios propostos por Lesh, Amit e Shorr (1997) na elaboração de atividades nessa área.

Os princípios foram discutidos no GIFEM, quando se refletiu sobre a elaboração de atividades de modelagem, e foram considerados pertinentes pelos professores. No entanto, questionamos alguns pontos metodológicos e pedagógicos para que as ações neles indicadas fossem efetivadas no desenvolvimento da atividade.

Essa inquietação talvez tenha ocorrido por dois motivos. Um deles relaciona-se às bases epistemológicas de modelagem correntes no Brasil. O outro se refere à nossa expectativa particular, pois consideramos que o uso da modelagem tem o objetivo de favorecer a construção de conceitos matemáticos de forma autônoma. O professor João Frederico Meyer (2007), na Abertura da VI conferência sobre modelagem matemática na Educação Matemática em Ouro Preto-MG, ao tratar da modelagem na Educação Matemática, afirma: “Não é saber Matemática para fazer modelagem, mas sim fazer modelagem para aprender Matemática”. Essa compreensão demanda parceria entre estudantes e professor, em uma dinâmica em que a intervenção é necessária para assessorar os alunos no processo de construção de conhecimentos específicos.

Assim, no decorrer das discussões do grupo, ponderamos sobre a ideia de ampliar a proposta de Lesh, Amit e Shorr (1997), admitindo a pertinência dos princípios para o planejamento da atividade de modelagem. A nosso ver, incluir algumas ações específicas pode contribuir para a concretização da proposta de modelagem na Educação Matemática. Atentando para isso, propomos a inserção de dois princípios, associados a questões metodológicas e pedagógicas.

Um desses pressupostos é o *princípio da organização*, que leva em conta a organização necessária para implementação da atividade. Essa ordenação, entre outros pontos, inclui: questões de currículo, conteúdo e tempo de duração de todo o trabalho e de suas

etapas; e critérios para a formação de grupos e obtenção de material e de autorizações diversas.

Esse princípio está relacionado a aspectos de ordem prática. Acrescentamo-lo para que o contexto dê suporte ao desenvolvimento da atividade, considerando suas especificidades. Com ele, por exemplo, pode ser realizada a previsão de conflitos, nas relações pessoais e institucionais, e dificuldades operacionais. Além disso, esse pressuposto prevê a tomada de providências, como a solicitação de materiais e autorizações necessárias para o desenvolvimento da atividade, fatores importantes para o planejamento das ações dos estudantes e do professor.

O outro item proposto por nós é o *princípio da intervenção*, que pondera sobre a forma de intervenção que favoreça o envolvimento e o desenvolvimento dos alunos no decorrer da atividade, considerando os pressupostos epistemológicos da perspectiva de modelagem adotada.

As ações envolvidas nesse princípio estão relacionadas à promoção de um ambiente produtivo para a construção de conhecimentos gerais e específicos, admitindo as particularidades da proposta da modelagem. Ou seja, essas ações referem-se a aspectos metodológicos e pedagógicos. Dentre elas destacam-se:

- construção de estratégias para que a proposta estimule os alunos a assumir uma postura ativa no processo de ensino e aprendizagem, envolvendo-se na atividade com dedicação e compromisso, e para que se mantenham motivados no decorrer do processo;
- previsão de questionamentos que levem os estudantes a construir conhecimentos e modelos significativos e ampliar sua visão sobre o fenômeno;
- construção de meios para avaliar a evolução, coletiva e individual, dos alunos;
- elaboração de estratégias para a administração do tempo, de modo que os alunos desenvolvam a atividade de acordo com o contexto.

No que se refere à Educação Estatística, esse princípio relaciona-se ao reconhecimento das especificidades dos fenômenos com os quais essa ciência lida e ao desenvolvimento dos raciocínios e das atitudes que ela demanda, o que pode ser favorecido pela consideração dos elementos propostos por Wild e Pfannkush (1999).

Com essa compreensão, passamos a apresentar e analisar os planejamentos desenvolvidos por três professores participantes do grupo, tomando como referência os princípios discutidos anteriormente e as ações neles indicadas.

Discussão e análise do planejamento das atividades

Nesta seção, primeiro apresentaremos a proposta de cada professor e em seguida faremos sua análise e discussão. Consideramos que dessa forma aproximamos as análises das atividades, o que pode favorecer a consulta do leitor à atividade, se necessário.

A análise partirá da observação da contemplação dos princípios anteriormente discutidos de forma integral, parcial ou nula. Consideraremos parcial quando algumas ações previstas nos princípios não estiverem explicitadas ou ainda quando elas forem dependentes da intervenção pedagógica, já que os princípios estabelecidos por Lesh, Amit e Shorr (1997) propõem a elaboração de atividades autoexplicativas.

Atividade da professora Sara: Quem gosta de tomar chá?

A proposta da professora Sara parte de sua intenção de fazer uma horta de ervas para chás na escola. Ela fez essa escolha para aproveitar um espaço da escola propício para isso. A ideia é fazer um plantio piloto (com poucas mudas) e depois, quando as ervas crescessem, realizar uma degustação na escola, durante a qual os alunos do 6º ano, turma que desenvolverá o projeto, servirão chá a uma amostra de estudantes da escola (10% de cada turma), com a qual farão uma pesquisa para descobrir as preferências dos estudantes. A partir daí, o plantio das ervas preferidas efetivar-se-á; e, posteriormente, propor-se-á à direção da escola servir chá aos alunos no intervalo.

São previstas algumas questões a serem feitas aos alunos do 6º ano na discussão da proposta: “Quais sabores vocês acham que os alunos gostariam? Eles tomariam chá no intervalo? Com qual frequência devemos oferecer este chá? Quais os benefícios ou fins medicinais de cada espécie?”. Foram antevistas ainda algumas questões para compor o questionário da pesquisa, por exemplo: “Você beberia chá no intervalo? Prefere chá quente ou frio?”. A docente prevê também a realização de algumas perguntas sobre o conhecimento dos alunos acerca dos benefícios ou dos fins medicinais dos chás, além de outras questões que os estudantes poderão propor para compor o questionário da pesquisa.

A professora pondera sobre a possibilidade de utilizar esse contexto para explorar, no decorrer da análise de dados, os conceitos de combinatória, com a combinação de sabores de chás, e de probabilidade, com problematizações do tipo: “se escolhermos um aluno da escola ao acaso, qual a chance de ele tomar chá?”. Ela considera que o tempo de execução do projeto será de um semestre.

Discussão e análise da atividade “Quem gosta de tomar chá?”

O *princípio da realidade* foi contemplado, pois o tema faz parte do cotidiano dos estudantes e o contexto para coleta de dados é a própria escola, o que pode ser relevante para os alunos, já que o estudo desenvolvido poderá resultar em transformação da rotina da escola e dos hábitos dos alunos. Além disso, há indicações de que as ideias dos estudantes serão respeitadas, uma vez que algumas ações serão negociadas com eles. Apesar da complexidade da situação, a proposta apresenta algumas limitações que possibilitam aos alunos desenvolver a investigação partindo de seus conhecimentos e construir outros saberes, o que indica a consideração do *princípio do protótipo simples*.

As limitações apresentadas foram feitas por meio da previsão de alguns encaminhamentos que levam a ações específicas; por exemplo, a indicação da pesquisa de opinião, as questões a serem feitas no decorrer do processo, assim como os conceitos a serem sistematizados. Isso mostra a contemplação do *princípio da intervenção*.

Não há indicação de registro dos procedimentos dos alunos na proposta. Nesse caso, o *princípio da documentação do modelo* não foi contemplado implicitamente. No entanto, a dinâmica sugerida favorece os registros (elaboração de entrevista e análise dos dados). O *princípio da construção de modelos* também não foi contemplado na proposta, mas está implícito na análise de dados e na apresentação dos resultados. Nesses dois casos, a intervenção será imprescindível, particularmente para que a construção de modelos ocorra, já que não foi criada essa necessidade na problematização.

O *princípio da generalização do modelo* também não foi contemplado de forma explícita. No entanto, a proposta de trabalhar com uma amostra para prever o comportamento da população dos estudantes da escola favorece essa construção, mas demandará intervenções específicas.

O *princípio da organização* foi contemplado parcialmente, pois há a indicação de alguns conceitos a serem construídos pelos alunos, de materiais (mudas) e de um instrumento de coleta de dados. Entretanto, alguns dos elementos que caracterizam esse princípio não foram considerados, como: o tempo aproximado das etapas do projeto, o processo de avaliação do aluno e do grupo, e as indicações da obtenção de autorização da direção para o uso do espaço da escola para o plantio das mudas e dos recursos para adquiri-las.

O *princípio da autoavaliação* foi contemplado parcialmente, pois a utilidade do trabalho a ser efetivado está clara e pode ser relevante para os alunos, em função da possibilidade de os resultados promoverem transformações no seu contexto. Entretanto, não

há menção à possibilidade de os alunos avaliarem por si sós seus procedimentos, suas estratégias e seus modelos no decorrer do processo.

Atividade do professor Renato: Pênalti é questão de sorte?

O professor Renato apresentou a intenção de trabalhar probabilidade com os alunos do 8º ano. Segundo ele, esses alunos ainda não estudaram esse conceito (ele acompanha a turma desde o 6º ano).

O tema foi escolhido pelo professor a partir da leitura de uma reportagem que discute a final da “Liga dos Campeões da Europa de 2012”, a qual foi decidida nos pênaltis. Ele esclareceu que tem o hábito de discutir sobre futebol com seus alunos, porque eles gostam do assunto. Ademais, o docente acredita que isso o aproxima deles. Por isso ele considerou a situação motivadora e pertinente para o estudo da probabilidade. Nesse caso, ele fez um recorte de uma reportagem, em vídeo, na qual o goleiro do time *Chelsea* foi entrevistado e o repórter o cumprimenta pela sorte de acertar o canto do chute do jogador do time adversário diversas vezes, levando o time a ser o vencedor. A esse comentário, o goleiro responde que acertar o canto do gol não foi uma questão de sorte, mas de técnica. A problematização da situação, feita pelo professor, culminou na questão a ser investigada pelos alunos: “Pênalti é uma questão de sorte?”.

Ao expor sua proposta, o professor também apresentou alguns encaminhamentos para as ações dos alunos, que deverão participar de um experimento na quadra da escola, simulando uma situação de pênaltis. Durante essa simulação alguns alunos registrarão o canto escolhido pelo batedor, que deverá dar dez chutes.

Para o desenvolvimento da atividade, os alunos se organizarão em grupos, sendo que cada um terá um goleiro (aluno da própria turma) e um batedor (aluno de outra turma), este não saberá o que será observado na experiência. Esse cuidado, conforme assinalado pelo professor, será tomado para que esse conhecimento não afete o desempenho do estudante. Sendo assim, cada grupo registrará a quantidade de chutes em cada canto do gol (esquerdo, centro e direito) e posteriormente calculará a porcentagem correspondente a cada canto, atentando para o total de chutes de cada batedor.

O objetivo da experiência, na primeira fase, será verificar o canto de gol que o batedor escolherá, em um número determinado de chutes, e calcular a proporção de cada canto do gol no total de chutes de cada batedor. Desse modo, poder-se-á observar se o batedor apresenta a tendência de escolher um dos cantos do gol. Após o primeiro experimento, os alunos

observarão o comportamento dos batedores com base nas porcentagens de chutes em cada canto do gol.

Esse comportamento será posto à prova na segunda fase, que consiste em um experimento em que os batedores, os mesmos participantes da primeira fase, deverão chutar uma única vez, simulando uma situação de pênalti em um jogo real. Assim, o resultado desse chute será comparado com os resultados da primeira fase, a frequência de chutes em cada canto do gol (probabilidade). Essa comparação, conforme indicou o professor, fornecerá subsídios para fomentar a discussão sobre o conceito de probabilidade, o que deverá servir para responder à questão inicial. O professor esclarece que os alunos serão inqueridos para elaborar estratégias e procedimentos para responder ao problema proposto, sendo que suas ideias serão discutidas na sala de aula.

A atividade proposta será usada para introduzir a ideia de probabilidade, sendo que posteriormente outras situações serão promovidas para o aprofundamento do conceito e o estudo de outros tipos de probabilidade no decorrer do projeto, já que a atividade explorará apenas o enfoque experimental. O desenvolvimento da experiência foi comunicado à coordenação da escola.

Discussão e análise da atividade “Pênalti é questão de sorte?”

A atividade do professor Renato contempla o *princípio da realidade*, pois o tema escolhido faz parte do contexto dos alunos, além de ser do interesse deles. No entanto, a problematização, por ser muito genérica, demandará intervenção pedagógica para adequar a situação ao nível dos alunos. Nesse caso, o *princípio do protótipo simples* foi contemplado parcialmente.

O *princípio da organização* foi considerado, já que a proposta apresenta as indicações das ações dos alunos, o local e a forma de obtenção de dados, a formação dos grupos, os materiais a serem usados (vídeos, bola e material escolar), e aponta os conceitos a serem construídos pelos alunos, apesar de não estar explícita a previsão de tempo para execução da atividade (a proposta indica a necessidade de duas aulas para as experiências de coleta de dados). Por conta de a atividade requerer o registro dos resultados advindos da experiência na busca de dados para responder o questionamento inicial e comparar os resultados das duas fases, consideramos que contempla o *princípio da documentação do modelo*.

Quanto ao *princípio da construção do modelo*, é indicado indiretamente que os alunos elaborem modelos matemáticos a partir da realização de experimentos para a coleta dos dados

e para a organização destes, o que pode ser favorável para que a construção de modelos ocorra. Também pode contribuir para essa construção a demanda da atividade pela observação de padrões nos chutes dos batedores para responder ao questionamento inicial, o que implica no uso de modelos para a representação do comportamento observado na experiência.

A ressalva da utilidade dos resultados da pesquisa para responder à questão inicial indica a consideração do *princípio da autoavaliação*. No entanto, a proposta de discussão sobre as ideias, as estratégias e os procedimentos dos alunos no decorrer da investigação mostra a necessidade de intervenções para garantir que a autoavaliação ocorra.

O *princípio da generalização do modelo* está implícito na proposta já que a investigação busca resposta para uma questão genérica. Além disso, estão previstos momentos de sistematização (a comparação do resultado da segunda etapa com as probabilidades calculadas na primeira fase) do conceito de probabilidade “frequentista”. No entanto, inferimos que a inclusão dos resultados de cada batedor, um a um, pode ser uma forma motivadora para que essa generalização seja feita pelos próprios alunos por meio da lei dos grandes números; o que seria favorecido com um número maior de chutes.

Na proposta há indicação da organização dos alunos para o desenvolvimento da atividade, previsão de sistematização de conceitos e ações para atrair a participação dos alunos e para que estes construam os conhecimentos previstos. Apesar de não ser apontada a avaliação do desenvolvimento individual e coletivo dos alunos no planejamento, é possível considerar a contemplação do *princípio da intervenção*, já que a prática avaliativa já está negociada com os alunos desde o início do ano.

Atividade da professora Amanda: Projeto Atletismo

A professora Amanda apresentou a proposta de trabalhar na perspectiva de projetos com uma turma de 9º ano, escolhendo, para tanto, o tema “atletismo”. O tempo estimado para a execução do projeto é de um semestre, com encontros semanais de duas aulas. A escolha dessa turma ocorreu por conta de o grupo já ter vivenciado atividades na perspectiva de projetos em anos anteriores e de o ambiente oportunizar o trabalho em conceitos propostos no planejamento anual, por exemplo, as medidas de tendência central.

A sugestão de investigar o tema “atletismo” está baseada em sua defesa de que a escola deveria investir em esportes individuais em função de seu tamanho (é uma escola rural pequena), pois com poucos alunos por turma é difícil formar times. A professora considera a pertinência da prática desse tipo de esporte na escola para preparar os alunos para participar

das competições que acontecem na rede municipal, como o programa “Atleta na escola”. Assim, investigar o tema será uma forma de levar os alunos a conhecer o atletismo para avaliar a possibilidade de adotá-lo como atividade complementar. Além disso, os conceitos matemáticos e estatísticos serão retomados e outros serão construídos no decorrer do processo de investigação estatística, o qual trabalharia com a população dos estudantes da turma e, posteriormente, com a da escola.

A defesa da professora pela inclusão do atletismo na rotina dos alunos passa por sua vivência com esse esporte e por sua crença de que essa prática poderia contribuir para a melhora da autoestima dos estudantes, os quais poderão se sentir competitivos nos jogos escolares. Assim, a realização de uma pesquisa, feita pela escola, sobre as atividades que os alunos gostariam que fossem ofertadas como atividades complementares, constituiu-se em um contexto oportuno para o desenvolvimento desse trabalho.

O planejamento prevê que inicialmente os grupos optarão por subtemas (modalidades do atletismo) para fazer um estudo, o que possibilitará escolher as variáveis com as quais poderão fazer as relações que considerarem relevantes para a compreensão do tema. Cada grupo pesquisará uma modalidade e o resultado dessa pesquisa deverá ser socializado na turma e entregue por escrito à professora.

A partir dessa interação, os próprios alunos da turma responderão ao questionário, vivenciarão algumas modalidades de atletismo na quadra da escola e posteriormente farão a análise dos dados. Esse momento servirá para discutir as variáveis escolhidas, refinando o questionário para então aplicá-lo a todos os estudantes da escola. Para isso, a docente contará com a ajuda da professora de Educação Física. Essa experiência fornecerá dados para a investigação sobre o tema atletismo.

Um exemplo de instrumento de coleta de dados foi proposto pela professora para obtenção dos dados, o questionário, apresentando, inclusive, algumas variáveis a serem contempladas. No entanto, foram consideradas a exclusão ou a inserção de outras variáveis, assim como a mudança ou a inclusão de modalidades de atletismo, de acordo com os interesses dos alunos e as condições de execução no espaço da escola.

O formulário individual deverá conter as medições, que serão feitas na quadra, referentes aos resultados das modalidades vivenciadas (corrida, arremesso, salto em altura e salto em distância) e ao aspecto físico (altura e idade). Nesse caso, a pesquisa contará com variáveis quantitativas (discretas e contínuas) e qualitativas, relativas às informações pessoais e preferenciais (sexo e gosto pelo atletismo). Estão incluídas ainda questões abertas que exigem categorização dos resultados.

No que se refere ao planejamento das ações dos alunos, a proposta considera um momento de procedimentos de cálculos manuais, na primeira etapa, e outro de uso da planilha eletrônica na sala de informática da escola, quando organizar-se-ão os dados de todos os estudantes da escola. Essa consideração ocorre em função da quantidade de dados que esta etapa gerará, o que dificultará a organização dos dados manualmente. Também está previsto que as medições relativas ao desempenho nas modalidades de atletismo experimentadas (corrida, salto em altura, salto em distância e arremesso de peso) serão feitas na quadra da escola. O desenvolvimento da atividade foi comunicado à equipe gestora.

Considera-se a possibilidade de negociações sobre materiais a serem usados, local para realizar a atividade e algumas adaptações nas regras das modalidades em função da impossibilidade de executá-las da forma original. A atividade durará um bimestre e, ao final do projeto, os alunos deverão socializar os resultados para a comunidade escolar.

Discussão e análise do Projeto “Atletismo”

A proposta contempla o *princípio da realidade*, já que considera um tema do contexto real, significativo e interessante para os alunos, com a devida adequação da situação ao seu nível, de forma a possibilitar a investigação e a construção de conceitos. A limitação das modalidades de atletismo a serem pesquisadas e a justificativa clara do trabalho a ser empreendido mostram a contemplação do *princípio do protótipo simples*.

Os encaminhamentos apresentados para a elaboração do projeto, como a sugestão de algumas questões a serem abordadas para gerenciar o tempo de execução do trabalho dos alunos e a apresentação de estratégias para estimular os alunos indicam que o *princípio da intervenção* foi levado em conta. O *princípio da organização* também foi contemplado, já que se atentou para questões curriculares por meio da previsão de conceitos e materiais a serem usados; da determinação de etapas do projeto; da estimativa do tempo para executá-lo; e dos critérios para formação de grupos e possíveis ações desses no processo. O *princípio da documentação do modelo* está explicitado na solicitação de entrega do relatório da pesquisa exploratória, assim como na proposta de socialização.

A proposta de socialização na sala de aula e apresentação dos resultados para a comunidade indica a previsão da construção de modelos como forma de organizar os dados, contemplando o *princípio da elaboração do modelo*. No entanto, como não houve uma problematização em que se criasse a necessidade de construção de objetos matemáticos, as estratégias e os procedimentos dos alunos ficam dependentes da intervenção pedagógica para que essa elaboração aconteça. Isso também ocorre com o *princípio da generalização do*

modelo, que poderia ser contemplado por meio da comparação dos resultados da turma (amostra) com aqueles referentes à população da escola, o que está relacionado com o conceito da inferência.

Há indícios da consideração do *princípio da autoavaliação* na proposta. Por exemplo, quando foi prevista a negociação para a escolha entre as variáveis usadas na primeira e na segunda etapa do projeto, mas não há indicação de questionamento sobre a adequação dos modelos e das estratégias usados nem de reflexão sobre sua eficácia para obter informações relevantes dos dados.

Discussão sobre as três atividades desenvolvidas

Para ter uma visão geral dos resultados da contemplação dos princípios nas atividades dos três professores, consideramos frutífero reuni-los em um quadro. Nesse sentido, fica evidenciado o comportamento geral nas propostas.

Quadro 1 – Contemplação dos princípios propostos nas atividades elaboradas pelos três professores

PRINCÍPIOS/PROFESSOR	SARA	RODRIGO	AMANDA
Da realidade	Sim	Sim	Sim
Do protótipo simples	Parcial	Parcial	Sim
Da documentação do modelo	Parcial	Sim	Sim
Da construção do modelo	Parcial	Sim	Parcial
Da autoavaliação	Parcial	Parcial	Parcial
Da generalização do modelo	Parcial	Sim	Parcial
Da organização	Parcial	Parcial	Sim
Da intervenção	Sim	Sim	Sim

Fonte: Elaborado pelas autoras.

De modo geral, as propostas contemplam a maior parte dos princípios, ainda que alguns deles sejam considerados parcialmente. É preciso ponderar que a não inserção de um princípio no planejamento da atividade não implica que as ações nele implícitas não serão efetivadas no desenvolvimento. No entanto, quanto mais claros estiverem os objetivos da atividade e as possibilidades de exploração do tema, mais produtivo será o ambiente e mais amplas as oportunidades de os alunos trabalharem de forma autônoma.

As atividades mostram uma realidade diferente daquela relatada por Silva (2006) e Silva e Dalto (2011), pois elas são abertas e pouco estruturadas, ainda que os princípios propostos por Lesh, Amit e Shorr (1997), os quais eram de conhecimento dos professores, possibilitassem a elaboração de atividades mais estruturadas.

Os princípios relacionados à construção de modelos foram pouco contemplados nas três atividades (documentação, construção e generalização do modelo), o que nos leva a inferir que há pouca valorização do processo de modelagem em si no planejamento da atividade. Nesse caso, sua construção fica dependente da intervenção pedagógica.

Apesar de não ser possível avaliar o grau de observação dos princípios pelos professores na elaboração das atividades, podemos considerar que levá-los em conta nesse processo pode contribuir na promoção de uma situação rica e desafiadora para a construção de conceitos específicos. No entanto, ampliar essa proposta, incluindo-a no âmbito de um planejamento de atividade que contemple aspectos metodológicos e pedagógicos a partir da inclusão de princípios que delineiam o ambiente no qual a atividade será desenvolvida, pode favorecer a efetivação da modelagem na sala de aula.

Conclusões

A pequena escala desta pesquisa implica em conclusões limitadas. No entanto, é possível ponderar que os resultados dão algumas indicações relevantes. Por exemplo, a habilidade dos professores em reconhecer as oportunidades de construção de conhecimento em situações do mundo real contraria as observações de Chick e Pierce (2010) sobre a dificuldade de professores em abstrair situações produtivas para a construção de saberes científicos na realidade, o que também se opõe à inabilidade dos professores para formular problemas abertos, observada por Silva (2006) e Silva e Dalto (2011).

É possível observar que as três atividades apresentadas têm em comum um planejamento aberto. Porém, o desenvolvimento da investigação, em todas elas, depende da intervenção pedagógica para que os procedimentos inerentes à modelagem ocorram. Assumimos, nesse caso, a perspectiva de Almeida e Ferruzzi (2009, p. 121); os procedimentos constituem “a busca de informações, a identificação e seleção de variáveis, a elaboração de hipóteses, a simplificação, a obtenção de uma representação matemática (modelo matemático), a resolução do problema por meio de procedimentos adequados e a análise da solução que implica numa validação, identificando a sua aceitabilidade ou não”.

Por exemplo, a atividade “Pênalti é uma questão de sorte?” apresenta uma problematização em que a investigação poderia ser empreendida pelos alunos, sem a intervenção do professor. Entretanto, nesse caso, não há garantias de que ela passasse pelos raciocínios específicos inerentes à Probabilidade e à Estatística e tampouco pela construção de modelos matemáticos para responder à questão inicial. Por isso as abordagens que garantem minimamente a contemplação dessas ações são previstas no *princípio da intervenção* e devem ser efetivadas no desenvolvimento da atividade, o que também vale para as outras duas atividades apresentadas, que são ainda mais dependentes dessa intervenção pedagógica para se efetivarem.

Na discussão coletiva dessas conclusões com o grupo, observamos que os professores aceitaram a responsabilidade de concretizar o processo de modelagem com a intervenção no decorrer da investigação dos alunos, o que nos faz inferir que as ações indicadas nos princípios propostos por Lesh, Amit e Shorr (1997) podem dar suporte à intervenção, a qual deverá ter como foco o desenvolvimento do raciocínio estatístico, conforme recomendam Wild e Pfankush (1999).

Referências

ALMEIDA, L. M. W.; DIAS, M. R. Modelagem Matemática em cursos de formação de professores. In: BARBOSA, J. C.; CALDEIRA, A. D.; ARAÚJO, J. L. (Org.). *Modelagem Matemática na educação matemática brasileira: pesquisas e práticas educacionais*. Recife: SBEM, 2007. p. 253-268. (Biblioteca do educador matemático, v.3).

ALMEIDA, L. M. W.; FERRUZZI, E. C. Uma aproximação socioepistemológica para a modelagem matemática. *Alexandria*, Florianópolis, v. 2, n. 2, p. 117-134, jul. 2009.

BARBOSA, J. C. Modelagem na educação matemática: contribuições para o debate teórico. In: REUNIÃO ANUAL DA ANPED, 24., 2001, Caxambu. *Anais...* Caxambu: ANPED, 2001. p. 1-30.

_____. As relações dos professores com a Modelagem. In: ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 8., 2004, Recife. *Anais...* Recife: SBEM, 2004. p. 1-11.1 CD-ROM.

BLUM, W.; FERRI, R. B. Mathematical modelling: can it be taught and learnt? *Journal of mathematical modeling and application*, Blumenau, v. 1, n. 1, p. 45-58, 2009.

CAMPOS, C. R. *A educação estatística: uma investigação acerca dos aspectos relevantes à didática da estatística em curso de graduação*. 2007. 256 f. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2007.

- CHAVES, M. I. A. *Percepções de professores sobre repercussões de suas experiências com Modelagem Matemática*. 2012. Tese (Doutorado em Educação em Ciências e Matemáticas) - Instituto de Educação Matemática e Científica, Universidade Federal do Pará, Belém, 2012.
- CHICK H.; PIERCE, R. Helping Teachers to make Effective use of real-world examples in Statistics. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON TEACHING STATISTICS, 8., 2010, Ljubljana. *Proceedings...* Ljubljana: IASE, ISI, 2010. p. 1-5.
- GARFIELD, J.; DELMAS, R.; ZIEFFLER, A. Developing tertiary-level student's statistical thinking through the use of model-eliciting activities. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON TEACHING STATISTICS, 8., 2010, Ljubljana. *Proceedings...* Ljubljana: IASE, ISI, 2010. p. 883-898.
- GARNICA, A. V. M. História oral e educação matemática. In: BORBA, M. C.; ARAÚJO, J. L. (Org.). *Pesquisa qualitativa em Educação Matemática*. Belo Horizonte: Autêntica, 2004. p. 77-98.
- JACOBINI, O. R. *A modelação matemática aplicada no ensino de Estatística em cursos de graduação*. 1999. 131 f. Dissertação (Mestrado em Ensino e Aprendizagem da Matemática e seus Fundamentos Filosófico-Científicos) - Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1999.
- KOORO, M. B.; MENDONÇA, L. O.; LOPES, C. E. A competência leitora e escritora de alunos da EJA em um ambiente de modelagem matemática. *Leitura, Teoria & Prática*, Campinas, v. 30, p. 1311-1320, 2012.
- LESH, R.; AMIT, M.; SHORR, R. Using real-life problems to prompt students to construct conceptual models for statistical reasoning. In: GAL, I.; GARFIELD, J. (Ed.). *The assessment challenge in statistics education*. Amsterdam: The International Statistical Institute, 1997. p. 65-83.
- LOPES, C. E. Reflexões teórico-metodológicas para a educação estatística. In: LOPES, C. E.; CURI, E. (Org.). *Pesquisas em educação matemática: um encontro entre a teoria e a prática*. São Carlos: Pedro e João Editores, 2008. p. 67-86.
- MALHEIROS, A. P. S. *Educação matemática online: a elaboração de projetos de Modelagem*. 2008. 187 f Tese (Doutorado)– Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2008.
- MENDONÇA, L. O. *A Educação estatística em um ambiente de modelagem matemática no ensino médio*. 2008. 233 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática)– Universidade Cruzeiro do Sul, São Paulo, 2008.
- _____. *Reflexões e ações de professores sobre modelagem matemática na Educação Estatística em um grupo colaborativo*. 2015. 250 f. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Matemática)– Universidade Cruzeiro do Sul, São Paulo, 2015.

- MENDONÇA, L. O.; LOPES, C. E. Modelagem Matemática: um ambiente de aprendizagem para a implementação da Educação Estatística no Ensino Médio. *Bolema*, Rio Claro, SP, v. 24, n. 40, p. 701-724, ago. 2011.
- MENDONÇA, M. C. *Problematização: um caminho a ser percorrido em Educação Matemática*. 1993. Tese (Doutorado) - Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1993.
- MEYER, J. F. C. A. Entrevista. In: CONFERÊNCIA NACIONAL SOBRE MODELAGEM NA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 5., 2007, Ouro Preto. *Anais...* Ouro Preto: UFOP, UFMG, nov. 2007. p. 1-2.
- OLIVEIRA, A. M. P. *Modelagem matemática e as tensões nos discursos dos Professores*. 2010.187f. Tese (Doutorado em Ensino, Filosofia e História das Ciências) – Universidade Federal da Bahia, Universidade Estadual de Feira de Santana, Salvador, 2010.
- OLIVEIRA, A. M. P.; PRADO, A. S.; SILVA, L.A. Planejamento, organização e condução do ambiente de modelagem nas práticas pedagógicas. In: CONFERÊNCIA NACIONAL SOBRE MODELAGEM MATEMÁTICA, 8., 2013, Santa Maria. *Anais...* Santa Maria: Unifra, UFRGS, 2013. 1 CD-ROM. p. 1-15.
- ROSA, C. C.; KATO, L. A. Contribuições da Modelagem Matemática para a prática reflexiva dos professores: algumas considerações. In: ALMEIDA, L. M. W.; ARAÚJO, J. L.; BISOGNIN, E. (Org.). *Práticas de Modelagem Matemática na Educação Matemática*. Londrina, PR: Eduel, 2011. p. 201-223.
- SANT'ANA, A. A.; SANT'ANA, M. F. Uma experiência com a elaboração de perguntas em modelagem matemática. In: CONFERÊNCIA NACIONAL SOBRE MODELAGEM MATEMÁTICA, 6., 2009, Londrina. *Anais...* Londrina: Unesp, 2009. p. 1-17. 1 CD-ROM.
- SILVA, D. K. Formação continuada: o papel da investigação nas atividades de modelagem matemática. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 3., 2006, Águas de Lindóia. *Anais...* Águas de Lindóia: Sociedade Brasileira de Educação Matemática, 2006. p. 1-11.1 CD-ROM.
- SILVA, D. K.; DALTO, J. O. Modelagem matemática na formação de professores: compartilhando uma experiência. In: ALMEIDA, L. M. W.; ARAÚJO, J. L.; BISOGNIN, E. (Org.). *Práticas de modelagem matemática na Educação Matemática*. Londrina, PR: Eduel, 2011. p. 181-200.
- WILD, C.; PFANNKUCH, M. Statistical thinking in empirical enquiry. *International Statistical Review*, México, n. 67, p. 223-65, 1999. Disponível em: <<http://www.stat.aucland.ac.nz/~iase/publications/isr/99.wild.pfnnkuch.pdf>>. Acesso em: jan. 2013.