

CARACTERIZANDO ANÁLISE DE MODELOS E SUA INFLUÊNCIA NA INTERAÇÃO ENTRE A MATEMÁTICA ESCOLAR E A REALIDADE DOS ESTUDANTES: DEPOIMENTO DE UM GRUPO DE PROFESSORES

Emerson Silva de Sousa

Isabel Cristina Machado de Lara

V6 - Nº 2 - julho / dezembro - 2017

SUBMISSÃO: 26 de outubro de 2017

ACEITAÇÃO: 27 de dezembro de 2017

CARACTERIZANDO ANÁLISE DE MODELOS E SUA INFLUÊNCIA NA INTERAÇÃO ENTRE A MATEMÁTICA ESCOLAR E A REALIDADE DOS ESTUDANTES: DEPOIMENTO DE UM GRUPO DE PROFESSORES

Emerson Silva de Sousa¹

Isabel Cristina Machado de Lara²

RESUMO

O objetivo principal deste artigo é apresentar como um grupo de professores de Matemática caracteriza o termo *Análise de Modelos*, entendido como uma alternativa metodológica de ensino, e qual sua importância na articulação da Matemática com a realidade dos estudantes. Após aplicar um questionário sobre o tema aos participantes, a análise de seus depoimentos foi feita por meio da Análise Textual Discursiva (MORAES; GALIAZZI, 2011). Constatou-se, após análise, que os Sujeitos da pesquisa concebem ou caracterizam a Análise de Modelos de quatro formas diferentes, conforme as categorias emergentes da ATD.

Palavras-chave: Matemática; pesquisa; realidade; Análise de Modelos.

ABSTRACT

The main objective of this article is to present how a group of Mathematics teachers characterizes the term Analysis of Models, understood as a methodological alternative of teaching, and what its importance in the articulation of Mathematics with the reality of the students. After applying a questionnaire on the subject to the participants, the analysis of their statements was made through the Discursive Textual Analysis (MORAES; GALIAZZI, 2011). It was found, after analysis, that the Subjects of the research conceive or characterize the Analysis of Models of four different forms, according to the categories emerging from the ATD.

Keywords: Mathematics; search; reality; Analysis of Models.

1 Doutorando em Educação em Ciências e Matemática - PUCRS, Mestrado em Matemática - UFAM, Licenciatura em Matemática - UFPA, professor efetivo da Universidade Federal do Oeste do Pará - UFOPA, E-mail: essousa73@gmail.com.

2 Pós-doutorado em Educação em Ciências e Matemática - PUCRS, Doutorado e Mestrado em Educação - UFRGS, Licenciatura em Matemática - UFRGS, professora permanente do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática (EDUCEM) - PUCRS, E-mail: isabel.lara@pucrs.br.

1 Introdução

As estratégias alternativas de ensino têm sido alvo de busca em âmbito mundial e também no Brasil. Com relação ao ensino de Matemática essa busca ganha especial atenção nos últimos anos (FIORENTINI; LORENZATO, 2012). Uma das principais preocupações que professores e pesquisadores da área têm em relação a essa questão é como relacionar os conteúdos abordados em sala de aula com a realidade dos estudantes. De acordo com esses autores, as discussões perpassam por todos os níveis de ensino, principalmente no Ensino Básico, e a ênfase recai sobre o modo de contextualizar a Matemática escolar, tornando-a mais significativa e prazerosa aos estudantes.

Segundo esses autores, as várias tendências em Educação Matemática têm surgido com essa finalidade, tentando auxiliar o professor a tornar a Matemática escolar mais significativa e motivadora à aprendizagem do estudante. Nessa intenção, a *Modelagem Matemática*, como estratégia de ensino com pesquisa, tem sido indicada como uma dessas tendências, inserida no contexto geral das aplicações da Matemática.

Nessa mesma direção, a abordagem pedagógica denominada *Análise de Modelos* é outra alternativa, que tem sido sinalizada para esse fim (SOARES; JAVARONI, 2013), cujo direcionamento é trabalhar com modelos matemáticos prontos que serão analisados, aplicados e servirão de guia para o estudo do conteúdo curricular.

Na presente pesquisa, a ênfase de investigação será dada a essa última abordagem, isto é, à *Análise de Modelos*, cuja finalidade é tentar identificar como um grupo de professores de Matemática concebem ou caracterizam o termo *Análise de Modelos*, partindo do pressuposto que se trata de uma estratégia alternativa de ensino, e qual sua importância na articulação da Matemática escolar com a realidade dos estudantes.

2 Referencial teórico

Passamos a considerar, a seguir, os principais conceitos envolvidos na investigação: Modelagem Matemática e *Análise de Modelos*.

Tendo como pressuposto que essas abordagens se apresentam como estratégias de ensino, aspectos relacionados à pesquisa em sala de aula e à questão da realidade precisam ser levados em conta. Aliás, a ação de pesquisar é inerente do ser humano.

A busca por respostas advindas de dúvidas e questionamentos que emergem do espírito curioso do ser humano e do senso de sobrevivência, serve de impulsão para a pesquisa. Dessa forma, “[...] para sobreviver e facilitar sua existência, o ser humano confrontou-se permanentemente com a necessidade de dispor do saber, inclusive de construí-lo por si só.” (LAVILLE; DIONNE, 1999, p.17).

Segundo Marques (2006, p. 94), “[...] pesquisar é ir à procura de algo diferente, guiado pelo desejo de encontrar o novo, o inusitado, o sequer por nós suspeitado, o original porque descoberta nossa.”

Para D’Ambrosio (2012), “pesquisa” está relacionada à investigação, à busca, à procura. Sua perspectiva situa a pesquisa como sendo o elo entre teoria e prática, destacando que a ideia central é sempre “[...] a de mergulhar na busca de explicações, dos porquês e dos comos, com foco em uma prática. Claro, o professor está permanentemente num processo de busca de aquisição de novos conhecimentos e de entender e conhecer os alunos” (D’AMBROSIO, 2012, p. 86). Essa atitude deve ser a atitude regular daquele professor que pretende inserir a pesquisa no contexto de suas atividades cotidianas, no âmbito escolar.

Pesquisar, de acordo com Demo (2000, p.129), significa desenvolver “[...] diálogo crítico e criativo com a realidade, culminando na elaboração própria e na capacidade de intervenção. Em tese, pesquisa é a atitude do ‘aprender a aprender’, e, como tal, faz parte de todo processo educativo e emancipatório [...]”, consagrando como elemento fundamental nesse processo, o “questionamento reconstrutivo” (DEMO, 2015).

Conforme Minayo (2001, p.52), o “[...] questionamento é que nos permite ultrapassar a simples descoberta para produzir conhecimentos”, por meio da criatividade. E acrescenta que, se o nosso campo de interesse for bem definindo, nos é possível partir para um rico diálogo com a realidade. A pesquisa, segundo a autora, pode ser considerada como “[...] uma atitude e uma prática teórica de constante busca que define um processo intrinsecamente inacabado e permanente. É uma atividade de aproximação sucessiva da realidade que nunca se esgota, fazendo uma combinação particular entre teoria e dados.” (MINAYO, 1993, p.23).

De acordo com essas concepções de pesquisa apresentadas, é perceptível o enfoque dado à interação do pesquisador com sua realidade no processo de pesquisar. Assim, “[...] talvez não devêssemos falar de realidade, e sim de realidades, no plural. O mundo se apresenta com uma nova face cada vez que mudamos a nossa perspectiva sobre ele. Conforme a nossa intenção ele se revela de um jeito.” (DUARTE JÚNIOR, 2002, p. 11). Desse modo “[...] a questão da realidade (e da verdade)

passa pela compreensão das diferentes maneiras de o homem se relacionar com o mundo.” (p. 15). O autor destaca que o número de possibilidades do real aumenta gradativamente, à medida que se analisam os fatos sociais. A realidade não é algo dado, mas é construída, forjada no encontro incessante entre os sujeitos humanos e o mundo.

Nesse sentido, a *pesquisa em sala de aula* constitui-se uma relevante estratégia de articulação da Matemática escolar com essa realidade. De acordo com Moraes, Galiuzzi e Ramos (2012, p. 12), esta pode envolver os participantes, alunos e professores, “[...] num processo de questionamento do discurso, das verdades implícitas e explícitas nas formações discursivas, propiciando a partir disto a construção de argumentos que levem a novas verdades”. Assim, a pesquisa em sala de aula

[...] pode ser compreendida como um movimento dialético, em espiral, que se inicia com o questionar dos estados do ser, fazer, e conhecer dos participantes, construindo-se a partir disso novos argumentos que possibilitam atingir novos patamares deste ser, fazer e conhecer, estágios esses então comunicados a todos os participantes do processo. (MORAES; GALIAZZI; RAMOS, 2011 p. 12, grifo nosso).

Com relação a *Modelagem Matemática*, percebe-se uma proximidade estreita desta com a pesquisa em sala de aula, pois conforme Almeida e Silva (2015, p. 209), as atividades de Modelagem têm como maior contribuição proporcionar o desenvolvimento de

[...] investigações em sala de aula, as quais têm o problema como ponto de partida, a intencionalidade na busca, a formulação de hipóteses como fatores que se colocam no caminho para indicar direções e as diferentes resoluções matemáticas são empreendidas com vistas a resolver um problema.

Cargnin-Stieler e Bisognin (2009, p. 3) reforçam essas ideias quando afirmam: “[...] a modelagem matemática, por sua natureza, envolve uma aprendizagem significativa e contextualizada ao contemplar pesquisa e investigação, a partir de temas propostos pelos alunos e professores, em um processo de diálogo permanente”.

Para Bassanezi (2002), a Modelagem Matemática tem sido eficaz tanto como método científico para desenvolver pesquisa quanto como estratégia pedagógica de ensino e aprendizagem. Segundo ele:

A Modelagem Matemática 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, nesse sentido, vai ao encontro das novas tendências que apontam para a remoção de fronteiras entre as diversas áreas de pesquisa. [...] é um processo dinâmico utilizado para a obtenção e validação de modelos matemáticos. (BASSANEZI, 2002, p.16).

Notamos que, de acordo com o autor, as situações reais do cotidiano dos estudantes, os múltiplos conhecimentos de outras áreas bem como as inter-relações entre elas são identificados como elementos centrais nas estratégias diferenciadas que visam no ensino de Matemática em sala de aula, em especial na Modelagem.

Para Bassanezi (2002), a Modelagem de uma situação ou problema real, após ser escolhido o tema, passa pelas seguintes etapas: *Experimentação; Abstração; Resolução; Validação; Modificação; Aplicação.*

Seguindo as ideias de Bassanezi (2002), Biembengut (2014, p.21), concebe a Modelagem como o “[...] processo envolvido na elaboração de modelo de qualquer área do conhecimento. Trata-se de um processo de pesquisa.”. Na Educação, a autora denomina a Modelagem como método de ensino com pesquisa, de *Modelação Matemática*, que é o “[...] método que se utiliza das fases do processo da modelagem na Educação formal, com a estrutura vigente: currículo, período, horário, espaço físico, número de horas-aula por período letivo, número de estudantes por classe.” (BIEMBENGUT, 2014, p. 30).

Segundo a autora, a Modelação “[...] orienta-se pelo ensino do conteúdo curricular a partir de reelaboração de modelos matemáticos aplicados em alguma área do conhecimento e, paralelamente, pela orientação dos estudantes à pesquisa” (BIEMBENGUT, 2014, p. 30).

Nesse sentido, Biembengut (2014) defende que a Modelação possibilita aos estudantes, a partir de temas ou assuntos de seu interesse, que desenvolvam “[...] pesquisa e, posteriormente formulem-na em linguagem matemática até chegar a um modelo (fórmula, tabela, gráfico, etc.). Modelo que permite a criação de algo ou compreensão, previsão, inferência da situação estudada.” (p.59).

Percebemos que a ênfase dada pela autora, mesmo de forma implícita, também são as situações reais do cotidiano, uma vez que se busca contextualizar os conteúdos curriculares, em especial os modelos matemáticos, aplicando-os em vários contextos da realidade dos estudantes a partir da abordagem proposta em sala de aula.

Partindo das etapas propostas por Bassanezi (2002), com base nos estudos de

Immanuel Kant (1995) e de George (1973) sobre modelos cognitivos, Biembengut (2016) sintetiza três fases do processo de Modelagem ou de Modelação: *Percepção e Apreensão; Compreensão e Explicitação; Significação e Expressão*. Na primeira fase, a *percepção* ocorre no reconhecimento da situação problema, e a *apreensão*, na familiarização com o assunto a ser modelado; na segunda fase, a *compreensão* ocorre na formulação do problema, e a *explicitação*, na formulação do modelo e na resolução do problema a partir do modelo; e na terceira fase, a *significação* ocorre na interpretação da solução e na validação do modelo (avaliação), e a *expressão* ocorre na divulgação do processo e do resultado, modelo.

Para Burak (1992, 2004), a Modelagem Matemática “[...] constitui-se em um conjunto de procedimentos cujo objetivo é construir um paralelo para tentar explicar, matematicamente, os fenômenos presentes no cotidiano do ser humano, ajudando-o a fazer previsões e a tomar decisões” (BURAK, 1992, p.62). Para esse autor, a Modelagem como prática educativa pressupõe dois princípios para a sua adoção: o interesse do grupo de pessoas envolvidas; os dados são coletados onde se dá o interesse do grupo de pessoas envolvidas.

Assim, Burak (1992, 2004) sugere cinco etapas numa atividade de Modelagem: 1ª - *A escolha do tema*; 2ª - *A pesquisa exploratória*; 3ª - *O levantamento dos problemas*; 4ª - *A resolução dos problemas e desenvolvimento do conteúdo matemático no contexto do tema*; 5ª - *A análise crítica da solução* - é “[...] marcada pela criticidade, não apenas em relação à Matemática, mas também em relação a outros aspectos, como viabilidade e coerência das resoluções apresentadas” (KLÜBER; BURAK, 2006, p. 5).

Para Barbosa (2001, 2003) a “[...] 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). Enfatiza o desenvolvimento de pesquisa, de investigação, não necessariamente, chegar a um modelo.

Para o desenvolvimento de tarefas de Modelagem Barbosa (2001) considera os seguintes momentos: 1º - *Elaboração da situação-problema*; 2º - *Simplificação*; 3º - *Coleta de dados qualitativos e quantitativos*; e, 4º - *Resolução da situação-problema*. Assim, para a implementação da Modelagem nas aulas de Matemática, o autor propõe três possibilidades de uso, que denominou “casos”, conforme a participação do professor e dos estudantes no processo. No caso 1, o professor é responsável pela elaboração da situação-problema, da simplificação e coleta dos dados qualitativos e quantitativos, mas a resolução cabe também aos estudantes. No caso 2, apenas a

elaboração da situação-problema é tarefa exclusiva do professor e as demais têm participação direta dos estudantes. Por fim, no caso 3, os estudantes participam de todos os momentos juntos com o professor.

Outra alternativa que pode potencializar a interação da Matemática escolar com a realidade dos estudantes, é a abordagem pedagógica denominada *Análise de Modelos* (SOARES; JAVARONI, 2013). Essa estratégia tem sido apontada como uma proposta de se trabalhar com modelos matemáticos já existentes a fim de introduzir conceitos novos aos estudantes, que de alguma forma aparecem relacionados a eles. Nesse sentido,

A *Análise de Modelos* se configura como uma possibilidade de encaminhar o trabalho com modelos matemáticos em sala de aula, cuja ideia central é propor a análise de um modelo para um fenômeno de uma área científica ou do dia a dia como pano de fundo para a introdução de conceitos matemáticos novos para os alunos. O modelo proposto pode ser um modelo clássico da literatura, ou então um modelo derivado de pesquisas e que ainda não é tão conhecido. (SOARES; JAVARONI, 2013, p.197).

Segundo as autoras, o trabalho com o modelo proposto não chega a ser uma atividade completa de Modelagem Matemática, em todas as suas etapas, no entanto vai além de uma simples ilustração ou aplicação do conteúdo matemático. Sua proposta é tentar localizar a *Análise de Modelos* em um conjunto maior de investigações, no contexto da Modelagem, que visa a exploração de modelos matemáticos prontos, apoiada, preferencialmente, por recursos tecnológicos.

Biembengut (2016), nessa mesma direção, aponta um caminho inicial no processo de Modelação, ao propor o trabalho com modelos matemáticos prontos. A autora destaca que, como há na literatura uma variedade de modelos aplicados às mais diversas áreas do conhecimento, é possível que tanto professores, estudantes e profissionais de outras áreas se apropriem desses modelos prontos com o objetivo de estudá-los, analisá-los e refazê-los para alcançar o objetivo de "Aprender ↔ Ensinar" a modelar.

Segundo Biembengut (2016, p. 124) "[...] fazer uso destes modelos que se encontram nos livros, estudá-los e refazê-los, preferencialmente, a partir de dados de alguma atividade experimental para chegarmos a um modelo análogo [...]" torna-se uma proposta potencialmente interessante para se aprender a modelar de forma autodidata, mas também é um caminho que propicia aprendizagem e facilita o ensinar.

Para Biembengut (2016, p.91) "[...] efetuar atividades experimentais para verificar constantes e o grau de viabilidade dos respectivos modelos com os dados da experiência", é apontado como um elemento importante no estudo e no refazer

dos modelos propostos na literatura, mesmo quando estes não apresentam muitos detalhes sobre os procedimentos e tópicos utilizados de Matemática e/ou da ciência a que pertencem. Isso significa que, o modelo em estudo, pode não expressar claramente como foi elaborado, nem apresentar objetivamente os dados e observações empíricas que possibilitaram sua concepção.

A ênfase dada à atividade experimental, segundo a autora, facilita a compreensão dos fenômenos estudados “[...] de maneira [mais] realista, na medida em que *percebemos e apreendemos* como esses mesmos dados são ‘apropriados’ aos enunciados descritivos - e, assim, nos permite explicitá-los e expressá-los a fim de retirar conclusões, significações” (BIEMBENGUT, 2016, 92). A atividade experimental impulsiona o aprendizado, facilita o entendimento e a compreensão dos modelos em estudo, identificando seus elementos e dados que os compõem.

Nesse sentido, mais explicitamente, Soares e Javaroni (2013) apresentam algumas atividades que podem ser envolvidas no trabalho com Análise de Modelos. São elas:

[...] (i) estudo do fenômeno em questão; (ii) estudo das hipóteses consideradas para a elaboração do modelo; (iii) entendimento do que cada termo do modelo diz sobre o fenômeno; (iv) estudo do comportamento da(s) solução(ões) do modelo, relacionando este comportamento com o fenômeno e com as hipóteses consideradas; (v) estudo da influência dos parâmetros do modelo no comportamento de sua(s) solução(ões), o que permite fazer previsões e analisar a influência de possíveis intervenções no fenômeno; (vi) análise das limitações do modelo. (SOARES; JAVARONI, 2013, p. 199).

Portanto, considerando as atividades experimentais apontadas por Biembengut (2016) e essas indicadas por Soares e Javaroni (2013), é possível pensar em características centrais da Análise de Modelos, de modo a classificá-la numa categoria mais ampla de estratégia ou mesmo de método de ensino com pesquisa, pois de um modo geral possibilitam a compreensão de elementos relativos a um modelo matemático de alguma área do conhecimento, ao mesmo tempo que se dá o ensino e aprendizagem de conteúdos curriculares. Um aprofundamento investigativo dessa questão é apontado como sugestivo (SOARES; JAVARONI, 2013), e nossa expectativa é dar sequência no estudo dessa temática.

3 Procedimentos metodológicos

Consideraremos agora, o modo como se desenvolveu a investigação. A pesquisa foi realizada a partir dos depoimentos de onze graduados em Matemática, todos professores atuantes na rede pública de ensino na cidade de Porto Alegre, no Rio

Grande do Sul, e participantes de um Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática de uma universidade da mesma cidade. Foram contatados 34 professores, mas somente onze já tinham contato com a Modelagem Matemática em algum grau, prático ou teórico, sendo esse um dos critérios para participar da pesquisa.

Dos onze professores selecionados, quatro conhecia apenas de modo teórico e de ter visto ser desenvolvido por outros professores, mas sete deles, já havia desenvolvido pelo menos uma atividade prática de Modelagem em sala de aula, perpassando por todas as etapas. De acordo com seus depoimentos, alguns temas trabalhados foram: "Profissões", "Noite e Dia", "Álcool ou Gasolina?", "Fabricação de botas", "Teor de álcool no vinho", "Uso de antibióticos", dentre outros.

A coleta de dados se deu pela aplicação de um questionário com sete perguntas, dentre as quais selecionamos as seguintes para compor os depoimentos de análise: 1) Considerando que Modelagem Matemática e Análise de Modelos são alternativas metodológicas para ensinar Matemática no Ensino Básico, como você caracteriza cada uma delas?; 2) Qual a importância dessas alternativas para os processos de ensino e de aprendizagem de Matemática como prática em sala de aula?; 3) Como você percebe, caso exista, a articulação de cada uma delas com a realidade do estudante?

A fim de delimitar o tema da pesquisa, enfatizamos no presente artigo a investigação do termo *Análise de Modelos*. Desse modo, o recorte dos depoimentos visa responder à pergunta: "como um grupo de professores de Matemática caracteriza o termo Análise de Modelos, como alternativa metodológica de ensino, e qual sua importância na articulação da Matemática escolar com a realidade dos estudantes?".

A análise das respostas foi feita por meio da Análise Textual Discursiva (MORAES; GALIAZZI, 2011). Trata-se de um procedimento metodológico que busca analisar dados qualitativos, que compreende algumas etapas a serem seguidas. A etapa inicial desse processo refere-se ao momento de conhecer a base de dados, o que requer leitura e releitura constante dos materiais a serem analisados, pois a qualidade e a profundidade do metatexto³ produzido a partir da ATD estão diretamente relacionadas ao nível de compreensão e internalização do material de análise pelo pesquisador.

Após essa tomada de conhecimento do material, a próxima etapa do processo de análise é a desmontagem dos textos, que Moraes e Galiazzi (2011) denominam de "unitarização", a qual deve ser feita com atenção e cuidado para não perder o sentido original das ideias. Destacam-se os diversos significados contidos no texto, o

3 "texto literário que está na base de uma crítica ou de um novo texto; texto que descreve ou explica outro texto.". *metatexto* in Dicionário infopédia da Língua Portuguesa com Acordo Ortográfico [em linha]. Porto: Porto Editora, 2003-2016. [consult. 2016-10-25 13:34:06]. Disponível na Internet: <https://www.infopedia.pt/dicionarios/lingua-portuguesa/metatexto>.

que nem sempre é possível contemplar a todos, e que possibilitam a desconstrução do texto original, levando a unitarização. (MORAES; GALIAZZI, 2011, p. 15).

De acordo com esses autores, as unidades que surgem do material inicial podem gerar outros conjuntos de unidades a partir de interlocução empírica e teórica ou da própria interpretação do pesquisador. Nesse sentido, a etapa seguinte da ATD consiste na "categorização", onde são estabelecidas relações de semelhanças entre as unidades que surgem da etapa de unitarização. Essas categorias podem emergir tanto do processo de análise ou definidas *a priori*.

Por fim, a última etapa da ATD é denominada de "captação do novo emergente". É nessa etapa que ocorre a expressão daquilo que foi compreendido a partir da etapa de categorização, por meio da construção de um metatexto no qual o pesquisador se assume autor dos próprios argumentos. Segundo Moraes e Galiazzi (2011), os textos provenientes da ATD devem sempre ser considerados em um estado de incompletude e de permanente crítica, no intuito de atingir uma compreensão maior do que está sendo estudado.

A partir desse direcionamento, realizamos atentamente a leitura dos depoimentos dos Sujeitos, "quebramos" os textos em fragmentos que expressavam uma ideia coesa, procedemos a organização dessas ideias, identificamos o tema central presente ali e identificamos as categorias que, de certo modo, respondem à pergunta da pesquisa. No tópico a seguir, veremos detalhadamente essas categorias emergentes.

4 Análise e discussão das concepções

As concepções dos Sujeitos⁴ sobre o termo *Análise de Modelos*, conforme seus depoimentos, ao responder a pergunta aglutinadora⁵ "como você caracteriza a Análise de Modelos como alternativa metodológica para o ensino de Matemática na prática de sala de aula e qual sua importância na articulação desta com a realidade do estudante?", apontam que Análise de Modelos pode ser percebida de quatro maneiras, que de forma direta ou indireta, estão relacionadas com o processo de Modelagem Matemática e/ou com as aplicações da Matemática em um contexto mais geral.

Em primeiro lugar, a Análise de Modelos é caracterizada como o trabalho com modelos matemáticos prontos que busca **compreender o processo de construção**

4 São os onze professores participantes da pesquisa, que serão identificados por S1, S2, ..., S11.

5 Pergunta hipotética que sintetiza as três perguntas selecionadas do questionário aplicado aos Sujeitos.

dos mesmos. Dois sujeitos destacam essa percepção (S6 e S9). De acordo com o Sujeito S6, o professor que trabalha com essa abordagem deve levar o estudante a *"[...] questionar-se sobre o processo de construção / elaboração do modelo [...]"*, tendo como foco principal a compreensão dos meios e não dos fins, do caminho e não do destino final, como destaca o Sujeito S9 que a Análise de Modelos *"[...] está mais para obter um caminho matemático para descrever algo. [...] é um modo de olhar mais para o caminho do que para o resultado. Embora todo o modelo ofereça algum resultado"*.

Em segundo lugar, a Análise de Modelos é caracterizada como o trabalho com modelos matemáticos prontos que tem a finalidade de **compreender os conceitos matemáticos**. Dois Sujeitos apresentam essa percepção (S3 e S10). O Sujeito S10 destaca que a Análise de Modelos *"[...] utiliza modelos matemáticos, geralmente clássicos a respeito de algum fenômeno, para discussão de conceitos matemáticos [...]"*, o que possibilita, de acordo com o Sujeito S3, a *"reflexão"* sobre os significados desses conceitos em situações práticas ou fenômenos que envolvam modelos matemáticos para interpretá-los.

Em terceiro lugar, a Análise de Modelos é caracterizada como o trabalho com modelos matemáticos prontos que visa **compreender os fenômenos** por meio deles. Essa percepção é compartilhada por quatro sujeitos (S2, S6, S7 e S9). De um modo geral, todos os Sujeitos entendem esses fenômenos como as situações práticas, das mais diversas áreas do conhecimento, onde é possível o uso e as aplicações do modelos. Como enfatiza o Sujeito S6, a Análise de Modelos *"[...] pode ser feita com a finalidade de compreender os possíveis usos e aplicações desse modelo"*.

Assim, um fenômeno de qualquer natureza pode ser elemento motivador para o ensino e a aprendizagem de conteúdos matemáticos em sala de aula. Partindo de um dado fenômeno, se possível escolhido pelos estudantes, pode-se relacionar a ele vários modelos matemáticos já prontos que permitam descrevê-lo e explorá-lo por meio desses modelos. Nesse sentido, os estudantes, mesmo não construído os modelos, têm a oportunidade de compreender e tirar conclusões próprias sobre o fenômeno em estudo, como afirma o Sujeito S2: *"Entendo a análise de modelos como o estudo de mais de um modelo matemático relacionado a um mesmo fenômeno. Geralmente esses modelos já estão prontos e o estudante não constrói, apenas analisa e relaciona para tirar suas próprias conclusões"*.

Por fim, em quarto lugar, a Análise de Modelos é caracterizada como o trabalho com modelos matemáticos prontos, elaborados ou advindos de um trabalho de Modelagem, ou seja, trata-se de uma **etapa do ciclo de Modelagem Matemática**.

Essa perspectiva é indicada por seis sujeitos (S1, S5, S6, S8, S9 e S11), sendo que dois deles (S6 e S9) não deixam claro qual seria essa etapa, mas os outros (S1, S5, S8 e S11) sim, sugerindo que a Análise de Modelos é a etapa de *Validação* do modelo elaborado, conforme as etapas propostas por Bassanezi (2002).

Para o Sujeito S9, o trabalho com Modelagem Matemática deve priorizar o processo, a participação do estudante no desenvolvimento do projeto, não no resultado final, isto é, o modelo matemático. Nesse sentido, é possível perceber que seu entendimento sobre Modelagem Matemática está mais voltado para a concepção de Burak (1992, 2004) e Barbosa (2001, 2003), de modo que a Análise de Modelos poderia ser inserida na 5ª etapa - *análise crítica da solução*, segundo Burak ou no 4º momento - *resolução da situação-problema*, de acordo com Barbosa.

O Sujeito S6, mesmo não deixando claro a etapa da Modelagem onde estaria inserida, expressa claramente sua percepção de Modelagem Matemática no contexto educacional, ou seja, "[...] é o processo de construção do modelo matemático. Em geral se dá a partir de uma situação ou problema e segue etapas específicas para sua obtenção". Nesse sentido, percebe-se que a concepção adotada sobre Modelagem está mais próxima da perspectiva de Bassanezi (2002) e Biembengut (2014, 2016). Portanto, a Análise de Modelos poderia ser inserida na 4ª etapa - *Validação*, segundo Bassanezi ou na 3ª fase - *Significação e Expressão*, conforme Biembengut.

Os demais Sujeitos, com exceção de S4 que não respondeu como caracterizava a Análise de Modelos, todos (S1, S5, S8 e S11) entendem Modelagem Matemática no âmbito educacional como um método de ensino com pesquisa que busca solucionar problemas e situações-problema de interesse dos estudantes e que visa a elaboração de modelo matemático para representar e resolver problemas da realidade. Percebe-se, então, que esse entendimento está de acordo com a concepção de Bassanezi e Biembengut sobre Modelagem Matemática. Assim, a Análise de Modelos é apontada por esses Sujeitos como a etapa do ciclo de Modelagem que tem como objetivo principal a *Validação* do modelo elaborado.

Mediante essas percepções, os Sujeitos sinalizam que a Análise de Modelos pode se apresentar como estratégia potencializadora para aproximar a Matemática escolar com a realidade dos estudantes. De acordo com os Sujeitos (S1, S8, S9, S10 e S11), essa estratégia possibilita formalizar e exemplificar situações práticas reais do contexto dos estudantes e de outras áreas do conhecimento, como expressa S8 ao afirmar que a Análise de Modelos pode "[...] representar um modo de mostrar para o aluno que os modelos são representações da realidade e, justamente aí, abre-se um leque para o professor expor diferentes exemplos". Nesse mesmo direção, S9

também afirma: *"O uso de modelos matemáticos, suas análises e suas aplicações podem trazer tanto ao professor como ao estudante percepções sobre os componentes de determinado conteúdo e seus efeitos, quando estão presentes em determinada situação. A presença da generalização como um processo de aquisição individual, é o que chama a atenção, de modo positivo nesta estratégia, para uso em salas de aula".*

O Protagonismo, a criatividade, a criticidade, o interesse, trabalho em grupo, experimentação e aprendizagem significativa também são apontados como elementos importantes nessa aproximação. Conforme S3, a Análise de Modelos proporciona aos estudantes o desenvolvimento da *"[...] capacidade de investigar, argumentar, interagir, estimular a criatividade, proporcionar o trabalho em grupo e outras habilidades que juntas tornam o processo de ensino e a aprendizagem significativos"*. Também S2 destaca que a Análise de Modelos, além da Modelagem, é importante porque possibilita ao estudante *"[...] ser protagonista de seu aprendizado, especialmente quando ele pode analisar fenômenos e construir modelos que representam ou resolvem problemas da realidade. Além disso, oportuniza [...] a experimentação e verificação da validade de modelos já construídos, desenvolvendo a criticidade diante das situações apresentadas"*.

Em síntese, podemos inferir que os Sujeitos da pesquisa, além de caracterizar a Análise de Modelos como uma estratégia de ensino que possibilita o trabalho com modelos matemáticos prontos, também apontam sua potencialidade em estabelecer uma conexão da Matemática escolar com a realidade do estudante. Além disso, oportuniza a interdisciplinaridade e rompe com o modo tradicional de ensino que tem sido praticado desde há muito tempo (S2). Entendemos, portanto, que o tema é relevante para ser discutido, investigado e incentivado na prática escolar.

5 Considerações finais

Partindo da pergunta de pesquisa: "como um grupo de professores de Matemática concebem ou caracterizam a Análise de Modelos, como alternativa metodológica de ensino, e qual sua importância na articulação da Matemática com a realidade dos estudantes?", utilizando a ATD, pudemos identificar quatro categorias emergentes que apontam às possíveis respostas. Os Sujeitos caracterizaram-na como estratégia que permite a compressão do **processo de construção** dos modelos, dos **conceitos matemáticos**, dos **fenômenos reais**, e como **etapa do ciclo de Modelagem Matemática**.

Nota-se que essas categorias indicam uma distinção entre Análise de Modelos e Modelagem Matemática. De fato, apesar do entendimento de usar modelos prontos ou já construídos, na Análise de Modelos há uma preocupação em entender o processo de construção desses modelos, como se deu cada momento até chegar àquela representação. O conteúdo matemático é estudado e compreendido à medida que se busca resolver os problemas práticos da realidade, as situações-problema, os fenômenos reais. Isto não é uma simples tarefa de exemplificação ou de aplicação de modelos.

Por outro lado, também não é uma atividade de Modelagem no sentido completo do termo, já que o pressuposto é abordar modelos prontos, já construídos. No entanto, a maioria dos Sujeitos aponta a Análise de Modelos dentro do ciclo de Modelagem, indicando que os modelos estudados sejam considerados à luz de todo o processo.

Tais concepções vêm ao encontro das ideias de Soares e Javaroni (2013) com relação à abordagem pedagógica - Análise de Modelos, e de Biembengut (2016), no trabalho com modelos matemáticos prontos dentro do processo de Modelagem, a fim de "Aprender para Ensinar" e "Ensinar para Aprender" a modelar. Percebe-se, com isso, que a Análise de Modelos, além da indicação como etapa no processo de Modelagem e como modo de articular a Matemática escolar com a realidade dos estudantes, é sinalizada como uma possibilidade alternativa à Modelagem, cuja implementação exige mais tempo e preparação por parte dos professores (BASSANEZI, 2002).

Acreditamos que o potencial dessa estratégia - Análise de Modelos, está no fato de os professores terem mais condições de implementá-la, pois exige menos tempo de preparação e pode ser inserida na prática de sala de aula, possibilitando aprendizagem significativa sem deixar de cumprir os conteúdos curriculares (SOARES; JAVARONI, 2013; BIEMBENGUT, 2016).

Temos consciência que um aprofundamento sobre o tema se faz necessário, a fim de estabelecer com mais clareza sua caracterização, seus limites, suas vantagens, etc. A nossa expectativa nesse aprofundamento, é tentar inserir a Análise de Modelos numa classificação mais ampla de categoria, transcendendo a posição de uma simples etapa do processo de Modelagem, podendo caracterizar-se, talvez, até como método de ensino com pesquisa, cuja finalidade seja trabalhar com modelos matemáticos prontos, clássicos ou não. Esses trabalhos, às vezes advindos de alguma atividade de Modelagem, geralmente publicados em livros, revistas ou eventos⁶ que tratam da temática.

⁶ Um exemplo de evento específico da área é a Conferência Nacional de Modelagem Matemática na Educação Matemática (CNMEM) - evento bianual que está na sua 10ª edição em 2017.

Assim, por meio da Análise de Modelos, uma das ideias é também possibilitar a exploração desses trabalhos publicados, valorizando-os e fazendo uso deles em sala de aula para compreender o processo desenvolvido por seus autores, ensinar os conteúdos curriculares e aprender a “arte de modelar” (BIEMBENGUT, 2014, 2016), cujo propósito básico deve ser a busca pela melhoria do ensino e possibilitar aprendizagem significativa de Matemática no contexto escolar em nosso país.

Referências

- ALMEIDA, L. M. W.; SILVA, H. C. A Matematização em Atividades de Modelagem Matemática. **Alexandria Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 8, n.3, p. 207-227, novembro 2015.
- BARBOSA, J. C. Modelagem na Educação Matemática: contribuições para o debate teórico. In: REUNIÃO ANUAL DA ANPED, 24., 2001, Caxambu. **Anais...** Rio de Janeiro: ANPED, 2001. 1 CD-ROM.
- BARBOSA, J. C. Modelagem Matemática e a perspectiva sociocrítica. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 2., 2003, Santos. **Anais... São Paulo: SBEM, 2003. 1 CD-ROM.**
- BASSANEZI, R. C. **Ensino-aprendizagem com modelagem matemática: uma nova estratégia.** São Paulo: Contexto, 2002.
- BIEMBENGUT, M. S. **Modelagem matemática no ensino fundamental.** Blumenau: Edifurb, 2014.
- BIEMBENGUT, M. S. **Modelagem na Educação Matemática e na Ciência.** São Paulo: Editora Livraria da Física, 2016.
- BURAK, D. **Modelagem Matemática: ações e interações no processo de ensino-aprendizagem.** Tese (Doutorado em Educação). Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 1992.
- BURAK, D. Modelagem Matemática e a Sala de Aula. In: Encontro Paranaense da Modelagem na Educação Matemática, I, Londrina, 2004. **Anais...** Londrina: UEL, p. 1-11, 2004.
- CARGNIN-STIELER, M.; BISOGNIN, V. Contribuições de metodologia da modelagem matemática para cursos de formação de professores. **Revista Iberoamericana de Educación**, n. 49/3, 2009.
- D’AMBROSIO, U. **Educação Matemática: da teoria à prática.** 23. ed. Campinas, SP: Papirus, 2012.
- DEMO, P. **Desafios Modernos da Educação.** Petrópolis: Vozes, 2000.
- DEMO, P. **Educar pela pesquisa.** 10. ed. Campinas, SP: Autores Associados, 2015.

DUARTE JÚNIOR, J. F. **O que é realidade**. São Paulo: Brasiliense, 2002.

FIORENTINI, D.; LORENZATO, S. **Investigação em educação matemática**: percursos teóricos e metodológicos. 3. ed. rev. Campinas, SP: Autores Associados, 2012. (Coleção formação de professores).

GEORGE, F. **Modelos de Pensamento** (Mário Guerreiro, Trad.). Petrópolis, RJ: Vozes, 1973.

KANT, I. **Dois introduções à Crítica do juízo** (Ricardo R. Terra, Org.). São Paulo: Iluminuras, 1995.

KLÜBER, T. E.; BURAK, D. A matemática, os alunos e a matemática: algumas visões epistemológicas evidenciadas a partir de depoimentos de alunos. In: Simpósio Internacional de Pesquisa em Educação Matemática, I, Recife, 2006. **Anais...** Recife, p. 1-11, 2006.

LAVILLE, C.; DIONNE, J. (Trad.) MONTEIRO, H.; SETTINERI, F. **A construção do saber**: manual de metodologia da pesquisa em Ciências humanas. Porto Alegre: Artmed; Belo Horizonte: Editora UFMG, 1999.

MARQUES, M. O. **Escrever é preciso**: o princípio da pesquisa. 5. ed. rev. Ijuí: Ed. Unijuí, 2006.

MINAYO, M. C. S. **O desafio do conhecimento**. São Paulo: Hucitec, 1993.

MINAYO, M. C. S. (org.). **Pesquisa Social**. Teoria, método e criatividade. 18 ed. Petrópolis: Vozes, 2001.

MORAES, R.; GALIAZZI M.C. **Análise textual discursiva**. 2. ed. Ijuí: Unijuí, 2011.

MORAES, R.; GALIAZZI, M. C.; RAMOS, M. G. Pesquisa em sala de aula: fundamentos e pressupostos. In: MORAES, R.; LIMA, V. M. R. (Orgs.). **Pesquisa em sala de aula**: tendências para a educação em novos tempos. 3. ed. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2012.

SOARES, D. S.; JAVARONI, S. L. Análise de Modelos: possibilidades de trabalho com Modelos Matemáticos em sala de aula. In: BORBA, M. C. & CHIARA, A. (Org.) **Tecnologias Digitais e Educação Matemática**, São Paulo-SP, Editora Livraria da Física, 2013, p. 195-219.