



18,19 e 20 de outubro de 2018

# MODELAGEM E A SALA DE AULA



Encontro Paranaense de Modelagem  
na Educação Matemática

---

## ÁRVORES DE ASSOCIAÇÃO: PRÉ E PÓS CONCEPÇÕES NOS USOS DA matemática E DA MODELAGEM MATEMÁTICA

Bárbara Nivalda Palharini Alvim Sousa  
barbara.palharini@uenp.edu.br  
Universidade Estadual do Norte do Paraná

Lourdes Maria Werle de Almeida  
lourde@uel.br  
Universidade Estadual de Londrina

### RESUMO

Neste artigo temos por objetivo explicitar e analisar as pré e pós concepções de alunos acerca da matemática e dos usos da modelagem matemática na Educação Matemática. Dados foram coletados no desenvolvimento de uma pesquisa empírica em um curso de Licenciatura em matemática no período de 2015 a 2016, quando treze alunos foram introduzidos às atividades de modelagem matemática em componentes curriculares obrigatórias, como a disciplina de Equações Diferenciais Ordinárias e a disciplina de Introdução à modelagem matemática. A metodologia de análise que considera a prática discursiva de alunos e a linguagem em uso possibilitou, por meio do recurso analítico de árvores de associação de ideias, construir sentidos referentes: diferentes *modos de ver* a matemática; diferentes *modos de ver* o uso da modelagem matemática; possibilidades de articulações entre matemática e modelagem matemática, as dificuldades enfrentadas por alunos em atividades de modelagem matemática.

**Palavras-chave:** Modelagem Matemática; Matemática; Árvores de Associação.

### PALAVRAS INICIAIS: O DIÁLOGO ENTRE MATEMÁTICA E MODELAGEM MATEMÁTICA

Entendemos a modelagem matemática na Educação matemática como uma alternativa pedagógica para o ensino de matemática que pode viabilizar a formação do sujeito para os usos da linguagem matemática, de seus conceitos, procedimentos e técnicas na sociedade. Neste sentido, D'Ambrósio (2007, p. 177) indica que “a matemática fornece instrumentos importantes para diferentes análises na sociedade”.

Entra em cena, por meio dessa alternativa, usos da matemática na solução de problemas cuja origem não está na Matemática. Frente à situações-problema de diferentes domínios, por exemplo, problemas de trânsito, a situação econômica do país, o debate em torno das agências governamentais, os usos da matemática se colocam como um meio de analisar tais situações e lê-las utilizando de recursos e técnicas específicos à linguagem matemática. Dito deste modo, a modelagem matemática está associada ao uso de aplicações da Matemática.

Um dos precursores da área, Pollak (1979, p.240, tradução nossa), já na década de 1970 enfatizava os papéis exercidos pelas aplicações de matemática em outras áreas da Ciência e do cotidiano, evidenciando que no âmbito da Educação matemática “experiências com modelagem são muito valiosas para os alunos, pois, além de seu valor pedagógico, se constituem como uma antecipação precisa de aplicações matemáticas no mundo real”.

Neste contexto, a Educação matemática se torna responsável por ensinar como usar matemática na vida cotidiana, na cidadania, e na interlocução destas com questões científicas e a modelagem matemática desempenha importante papel quando se trata da formação dos sujeitos e da articulação e resolução de problemas nestes diferentes setores.

Segundo Niss (2015, p.67, tradução nossa), o esboço do entendimento de modelagem matemática com o propósito de “capturar, representar, compreender, ou analisar a existência de fenômenos, situações ou domínios, extra-matemáticos, geralmente como um meio de responder a questões práticas, intelectuais e científicas – e resolver problemas relacionados – pertencentes ao domínio em análise”, nos leva a dois propósitos distintos: modelagem na descrição de fenômenos e modelagem na prescrição de soluções e alternativas para os fenômenos. Neste contexto, os usos da matemática se fazem presente quando da análise destes fenômenos e podem ser explorados nos contextos de ensino e de aprendizagem da Matemática.

A pesquisa em modelagem matemática tem seu espaço no âmbito da Educação matemática Crítica (ARAÚJO, 2009; 2012), e, em particular, na formação de professores (SILVA; BARBOSA, 2011; BISOGNIN; BISOGNIN, 2012; TAMBARUSSI; KLÜBER, 2014).

Para introduzir conteúdos de matérias curriculares, a modelagem matemática se torna o veículo que pode proporcionar a aprendizagem de conteúdos. No cenário nacional, uma das abordagens da modelagem matemática na Educação matemática está associada à perspectiva de modelagem como veículo, por exemplo, os documentos oficiais brasileiros (BRASIL, 1997; PARANÁ, 2008) ressaltam a importância do uso de situações contextualizadas, nas quais os alunos utilizem de conceitos matemáticos para lidar com os problemas da vida. Já a modelagem matemática como conteúdo pode ser entendida a partir de uma “relação simbiótica entre matemáticos e educadores matemáticos”, visto que o foco se dá na aprendizagem de técnicas

de modelagem matemática a fim de resolver problemas não matemáticos (GALBRAITH, 2012, p.7, tradução nossa).

Neste contexto, trazemos à tona as indicações de Meyer, Caldeira e Malheiros (2011, p.79) de que:

[...] a Modelagem matemática possui diversas perspectivas, tanto na matemática Aplicada quanto na Educação Matemática. No contexto da Educação Matemática, pode ser compreendida como um caminho para o processo de ensino e aprendizagem da matemática ou para o “fazer” matemática em sala de aula, referindo-se à observação da realidade (do aluno ou do mundo) e, partindo de questionamentos, discussões e investigações, defronta-se com um problema que modifica ações na sala de aula, além da forma como se observa o mundo.

No âmbito da inserção de atividades de modelagem matemática em contextos educacionais diferentes aspectos são assegurados na literatura, por exemplo Almeida, Silva e Vertuan (2012), defendem essa inserção pautados em: aspectos motivacionais e relações com a vida fora das escolas, ou com as aplicações da Matemática; no uso do computador nas aulas de Matemática; na realização de trabalhos cooperativos; no desenvolvimento do conhecimento crítico e reflexivo; o uso de diferentes registros de representação; na ocorrência da aprendizagem significativa; entre outros.

Para esses autores, o uso da modelagem matemática está associado a uma série de ganhos para todos os atores envolvidos no processo. “Ganhos que provavelmente se converterão em inclusão social, na medida em que os conhecimentos advindos das experiências de modelagem possibilitarem a participação dos alunos e professores em discussões em que a matemática é utilizada” (ALMEIDA; SILVA; VERTUAN, 2012, p.154).

Seja para introduzir conceitos matemáticos ou para explorar a modelagem matemática como alternativa para aprender a solucionar problemas (GALBRAITH, 2012), os usos da matemática se tornam parte das atividades de modelagem matemática e as concepções prévias dos alunos podem interferir, potencializando ou não, nas práticas de modelagem matemática em contextos educacionais.

Com este viés, temos por objetivo explicitar e analisar as pré e pós concepções de alunos acerca da matemática e dos usos da modelagem matemática na Educação Matemática. A análise é pautada em informações de uma pesquisa empírica cujos dados são constituídos das práticas discursivas de alunos em um curso de Licenciatura em matemática no período de 2015

---

a 2016, quando treze alunos foram introduzidos às atividades de modelagem matemática em componentes curriculares obrigatórias, como a disciplina de Equações Diferenciais Ordinárias e a disciplina de Introdução à Modelagem Matemática.

### **LINGUAGEM EM USO E PRÁTICAS DISCURSIVAS: O RECURSO ÀS ÁRVORES DE ASSOCIAÇÃO**

Os aspectos metodológicos da pesquisa consideram a linguagem em uso e as práticas discursivas treze alunos, contendo apenas alunos regulares das disciplinas de Equações Diferenciais Ordinárias, que no ano de 2016 se tornaram alunos da disciplina de Introdução à modelagem matemática, distribuídos grupos<sup>1</sup>.

Dados foram coletados por meio de um questionário que antecedeu as práticas com modelagem matemática (PE), bem como de questionários posteriores ao desenvolvimento das atividades de modelagem matemática. O questionário inicial foi respondido pelos alunos participantes da pesquisa (A1, A2, A3, A4, B1, B2, B3, B4, C1, C2, C3, C4, C5) e teve por objetivo obter informações sobre o perfil dos alunos, a faixa etária, bem como as preferências com relação aos usos da Matemática.

No decorrer das disciplinas, os usos da modelagem matemática se deram como indicados por Sriraman e Lesh (2006, p.247-248, tradução nossa) por meio da “descrição, explicação ou conceituação proposital (quantificação, dimensionalização, coordenação, ou em geral, matematização) – mesmo que processos de computação e dedução também estejam envolvidos”. As situações-problema estudadas pelos alunos foram da mesma natureza que as sinalizadas por Niss (2015), as quais não podem ser respondidas apenas utilizando de conceitos matemáticos, nem podem ser analisadas sem que se utilize de Matemática.

As atividades de modelagem matemática foram desenvolvidas como um veículo para aprendizagem de matemática e como conteúdo em que o objetivo era o aprendizado da modelagem matemática para resolução de problemas e o desenvolvimento de práticas de modelagem matemática na Educação Básica. Os momentos de familiarização propostos por Almeida, Silva e Vertuan (2012) e Almeida e Dias (2004) foram adotados pela pesquisadora,

---

<sup>1</sup> A disciplina de Equações Diferenciais Ordinárias iniciou com 18 alunos, dos quais 13 continuaram na disciplina de Introdução à modelagem matemática. Tal fato possibilitou a escolha dos treze alunos que permaneceram no desenvolvimento das atividades em ambas as disciplinas.

de modo que os alunos desenvolveram atividades com temáticas definidas pela professora e com temáticas escolhidas por eles próprios.

Na análise dos dados consideramos elementos da metodologia de análise de práticas discursivas delineada por Spink (2013). De acordo com a autora, a interpretação da linguagem e das práticas discursivas dos sujeitos conduzem à produção de sentidos de quem as analisa. Nesse contexto, o sentido é compreendido como:

[...] uma construção social, um empreendimento coletivo, mais precisamente interativo, por meio do qual as pessoas – na dinâmica das relações sociais historicamente datadas e culturalmente localizadas – constroem os termos a partir dos quais compreendem e lidam com as situações e fenômenos a sua volta (SPINK, 2013, p.22).

Neste contexto, a linguagem é vista como uma prática social em que o discurso remete as regularidades linguísticas, ou seja, ao uso convencionalizado da linguagem nos diferentes domínios do saber. Com essa finalidade trazemos às análises ponderações de Wittgenstein (2013) a respeito dos usos da linguagem nos diferentes contextos. Considerando os jogos de linguagem dos alunos durante as atividades, bem como as transições entre diferentes linguagens.

Segundo Spink (2013, p.26) práticas discursivas consistem na “linguagem em ação” e para sua análise é necessária a consideração de instrumentos que possibilitem ‘capturar’ os discursos dos sujeitos por meio de textos de diferentes naturezas, entrevistas, questionários, narrativas, entre outros.

No processo analítico, três passos necessários: a imersão do pesquisador no conjunto de dados; o confronto entre os sentidos construídos na pesquisa empírica com a revisão bibliográfica e as teorias de base; o uso de procedimentos para entendimento dos usos associados aos conteúdos dos textos e a definição de categorias de análise *a posteriori* a partir dos sentidos construídos na análise dos dados coletados.

O recurso às *árvores de associação* é colocado como potencial para garantir a visibilidade ao processo de interpretação do pesquisador. Também conhecidas como *árvores de associação de ideias*, elas permitem visualizar o fluxo das associações de ideias por meio dos dados da pesquisa e, sendo Spink (2013, p.91) “possibilitam [...] entender as singularidades da produção de sentido, presas tanto à história de cada pessoa quanto à dialogia intrínseca do processo de entrevista”.

---

De modo geral, as árvores associativas podem ser consideradas estratégias adequadas para a compreensão de passagens das entrevistas ou de qualquer outro material discursivo, em que buscamos entender a construção (ou co-construção) do argumento.

Essas técnicas visam o processo de interpretação dos sentidos produzidos e/ou utilizados, e a possibilidade de uma hermenêutica em que “o rigor passa a ser concebido como a possibilidade de explicar os passos da análise e da interpretação de modo a propiciar o diálogo” (SPINK, 2013, p.80).

Spink (2013, p.82) concebe o processo de interpretação como um processo de produção de sentidos do pesquisador em relação à questão norteadora da pesquisa, sendo este:

[...] o meio e o fim de nossa tarefa de pesquisa. Como atividade-meio, propomos que o diálogo travado com as informações que elegemos como nossa matéria-prima de pesquisa nos impõe a necessidade de dar sentido: conversar, posicionar, buscar novas informações, priorizar, selecionar são todos decorrências do sentido que atribuímos aos eventos que compõe o nosso percurso da pesquisa. [...] A interpretação emerge, dessa forma, como elemento intrínseco ao processo de pesquisa. Não haveria, assim, momentos distintos entre o levantamento das informações e a interpretação. Durante todo o percurso da pesquisa estamos imersos no processo de interpretação.

#### **ANÁLISE DE DADOS: DAS PRÉ-CONCEPÇÕES À PRÁTICA COM MODELAGEM MATEMÁTICA**

Inicialmente nos pautamos nas assertivas dos alunos sobre Matemática, disponíveis no Quadro 1, em que é possível considerar que a maioria deles associa seu entendimento de matemática ao uso que dela fazemos, às aplicações de conceitos matemáticos no cotidiano, além de enfatizarem a importância de aprender relacionar teoria e prática.

Tais considerações foram feitas quando os alunos iniciavam o trabalho na disciplina de Equações Diferenciais Ordinárias e seriam introduzidos às atividades de modelagem matemática pela professora da disciplina, autora desse artigo. As questões iniciais estavam associadas às disciplinas com as quais os alunos se identificaram até aquele momento do curso de Licenciatura em Matemática, pois tais questões podem dar indícios dos motivos pelos quais os alunos se interessaram pelas temáticas das atividades de modelagem matemática, dos usos que fazem de conceitos matemáticos durante o desenvolvimento dessas atividades, entre outros.

#### **Quadro 1 Pré-concepções dos alunos sobre matemática**

---

## Modelagem e a Sala de Aula

Encontro Paranaense de Modelagem na Educação Matemática  
18, 19 e 20 de outubro de 2018  
Cascavel - PR

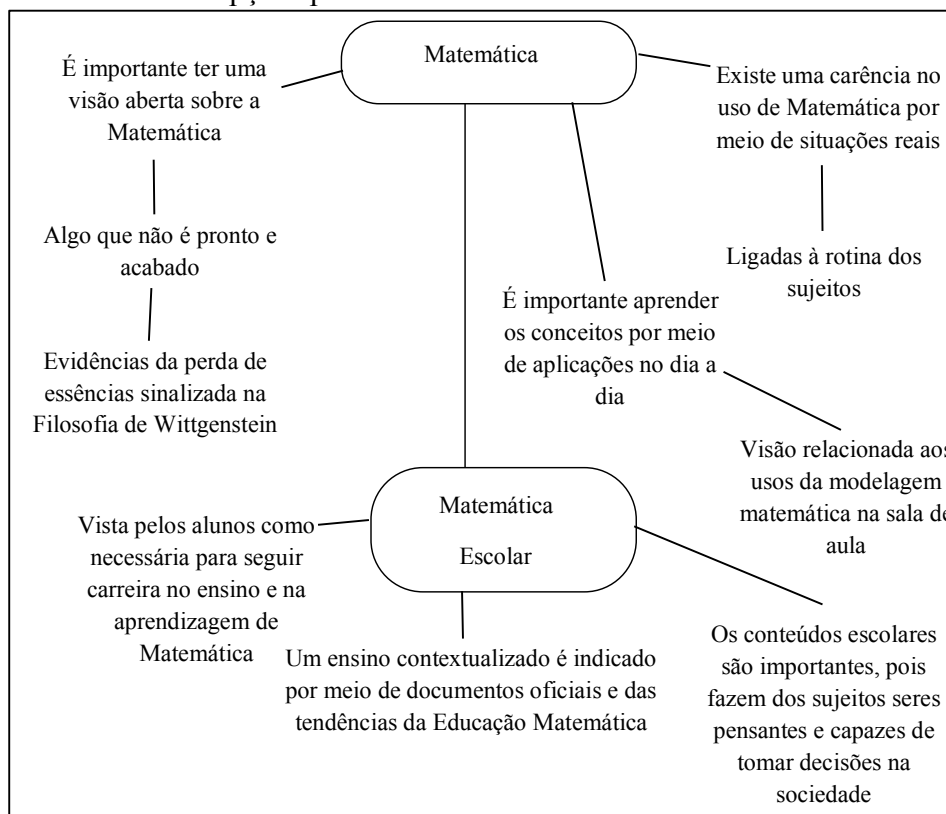
<i>Ter uma visão aberta sobre a Matemática, compreender as diferentes formas (metodologias) de estar ensinando a Matemática. Valorizar a matemática perante desafios que envolvem a sociedade e a política [...].</i>	PE A2
<i>A maioria das nossas ações envolvem o uso da Matemática, mas quando aprendi os conteúdos no ensino fundamental havia uma carência em ligar o que era estudado com situações reais do nosso cotidiano. Desta forma aprendíamos matemática por gostar de fazer operações e calcular e não por vê-la em grande parte de nossos afazeres, era algo restrito especificamente a escola e assim para aqueles que não gostavam tornava-se frívola. Ao ingressar na licenciatura em matemática utilizei muitos conhecimentos aprendidos anteriormente e então a junção do que foi aprendido tecnicamente com ideias de aplicação fez com que desenvolvesse um olhar para tudo o que fazemos, situações simples como um chá esfriando ou algumas mais incomuns para mim como esquadramento de uma construção civil. É importante fazermos e aprendermos Matemática, mas tão importante quanto isso é sabermos onde usarmos nossos conhecimentos [...].</i>	PE A3
<i>Enquanto era aluno da Educação Básica, o que julgava mais importante eram aqueles conceitos matemáticos em que tinha aplicação no dia-a-dia, mas hoje, acredito que terei que ter domínio dos conteúdos da Educação Básica, pois serei professor. Espero aprender conceitos que vão além do escolar até mesmo para ter o conhecimento mínimo para seguir carreira acadêmica.</i>	PE A4
<i>Todos esses contextos, cotidianos, escolares, são muito importantes na vida de qualquer pessoa, tudo isso nos dá a capacidade de vincular a matemática aprendida na escola com a matemática vivenciada, o uso da mesma em todos os momentos de nossa vida, o mais importante em tudo isso é o que aprendi para a vida, o que aprendi é que a matemática não pode ser ensinada de maneira descontextualizada, pois está presente a todo tempo em nosso cotidiano, ela nos faz seres pensantes e capazes de tomada de decisões [...].</i>	PE B1
<i>[...] a matemática é muito além do ensino tradicional, pois cada aluno tem seu conhecimento assim também como o professor, cabe aos dois ir em busca em trocar informações sobre o cotidiano. Com isso o professor tem que sempre contextualizar, mostrando que a matemática não é pronta e acabada, como muitos pensam. Temos muito além de resolução de problemas ou até mesmo a prática, pois temos também, não menos importante, que a prática, a teoria.</i>	PE B2
<i>Sempre gostei da disciplina de matemática, mas depois de ter o privilégio de cursar essa licenciatura pude confirmar o quanto ela é importante e como está ligada a toda nossa rotina diária.</i>	PE C2
<i>Aprendi que a matemática está sempre em transformação, em desenvolvimento e que não é apenas uma coisa motora de resolução de fórmulas. Espero aprender a teoria e como se desenvolve cada pedaço [...].</i>	PE C4

Fonte: dados dos alunos.

De modo geral, os alunos sinalizam um entendimento de matemática estreitamente veiculado à matemática necessária na Educação Básica e aos cursos de Licenciatura em Matemática. O curso de Licenciatura em Matemática, por trabalhar com documentos oficiais brasileiros para o ensino e a aprendizagem de Matemática, enfatiza um ensino contextualizado, no entanto tal contextualização nem sempre acontece em determinadas disciplinas. Os alunos enfatizam que a matemática escolar deve estar para além do ensino tradicional e que os conteúdos escolares associados à matemática devem ser vistos pelos alunos com relações entre as práticas diárias e a tomada de decisões na sociedade.

A árvore de associação da Figura 1 indica o fluxo de ideias a partir do instrumento inicial de coleta de informações. As asserções dos alunos disponíveis no Quadro 1, aliadas às respostas dos alunos no questionário inicial permitem inferir que a visão de Matemáticas está associada, em uma via de mão dupla, à matemática escolar, sendo que 'uma visão aberta da matemática', a 'aprendizagem de conceitos por meio de aplicações' e a 'carência no uso de matemática por meio de situações reais' são os aspectos mais indicados pelos alunos no que tange à Matemática. Já a matemática escolar como 'necessidade', indicada por meio de um 'ensino contextualizado' ou para preparar os sujeitos para 'tomar decisões na sociedade', está relacionada aos usos da matemática convencional na comunidade científica em contextos não matemáticos.

**Figura 1** Sobre as concepções prévias dos alunos sobre matemática e matemática escolar



Fonte: os autores.

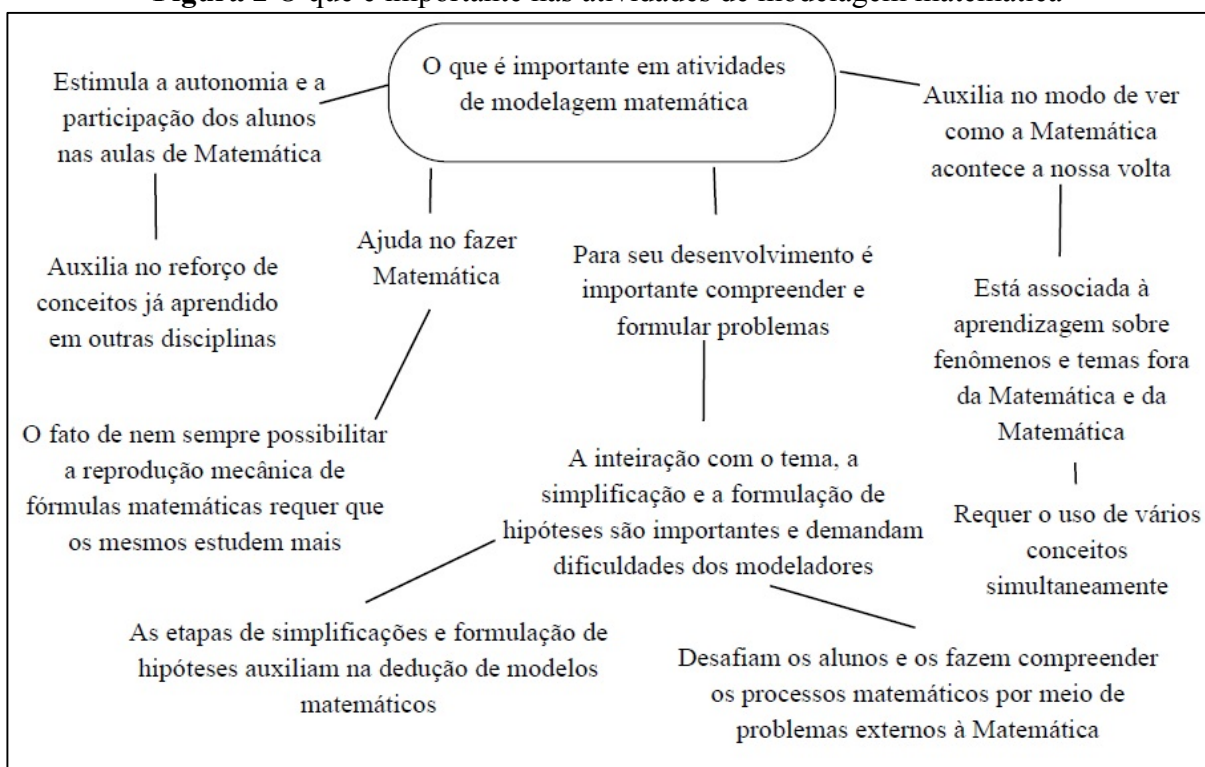
Entre a matemática e a matemática escolar é possível visualizar que a visão dos alunos sobre o ensino e a aprendizagem de matemática está atrelada aos usos da modelagem matemática na Educação Matemática, que caracterizam um modo de ver a matemática a partir



do entendimento de matemática como uma invenção humana não necessariamente pronta ou acabada e com implicações nas diferentes *formas de vida* que partilhamos<sup>2</sup> (WITTGENSTEIN, 2013). O que vai ao encontro do ponderado por Pollak (1979) acerca das experiências com modelagem e seu valor para os alunos na antecipação de aplicações matemáticas.

Após o desenvolvimento da pesquisa empírica, que consistiu no acompanhamento de treze alunos durante o ano letivo de 2015 e parte do ano letivo de 2016, nas disciplinas de Equações Diferenciais Ordinárias e de Introdução à modelagem matemática, alguns questionamentos foram feitos aos alunos, com relação aos conceitos matemáticos e aos procedimentos necessários para o desenvolvimento das atividades de modelagem matemática desenvolvidas por eles<sup>3</sup>. As respostas dos alunos aos questionamentos foram interpretadas por meio de duas árvores de associação de ideias (Figura 2 e Figura 3).

**Figura 2** O que é importante nas atividades de modelagem matemática



Fonte: os autores.

<sup>2</sup> Wittgenstein (2013) esboça o entendimento de matemática como uma invenção humana e coloca em foco o exame dos usos da linguagem em nossas práticas diárias, sendo que diferentes jogos de linguagem possibilitam a investigação de conceitos nas formas de vida, um conjunto de regras, hábitos, costumes partilhados por uma comunidade.

<sup>3</sup> No período da pesquisa empírica (2015-2016), dezessete atividades de modelagem matemática foram desenvolvidas pelos alunos, ora com orientações de temáticas indicadas pela professora, ora com indicações de temáticas escolhidas por eles, sempre em grupos de três a cinco alunos.

A árvore da Figura 2 tem como raiz o que os alunos consideram importante nas atividades desenvolvidas. Neste contexto, quatro aspectos se ramificam e se aliam com especificidades genéricas das atividades: a autonomia e participação dos alunos nas aulas de matemática; o *fazer* matemática; a formulação de problemas; os modos de ver a matemática em nossas vidas. Aspectos da atividade matemática no interior da modelagem matemática são detalhados a partir destes quatro eixos, como o reforço de conceitos já aprendidos, o fato de nem sempre possibilitar a reprodução mecânica de fórmulas, a simplificação e formulação de hipóteses como auxiliares na dedução de modelos matemáticos, à aprendizagem acerca de temas extra-matemáticos, e o uso de diferentes contextos para a compreensão de processos externos à Matemática.

Estes resultados podem ser considerados como vinculados à visão mais imediata da formação ofertada inicialmente na disciplina de Equações Diferenciais Ordinárias e com continuidade na disciplina de Introdução a modelagem matemática.

Uma das respostas da aluna A3 ao questionário Q1, sinaliza parte das informações disponíveis na árvore da Figura 2:

*Aluna A3: Com modelagem, o estudo dos fenômenos, os trabalhos desenvolvidos com temas do nosso cotidiano, ou até temas que nos trazem interesse maior, como o espaço, a meia-vida de elementos químicos, o movimento de uma mola, entre outros, torna a matemática útil. São nestes desenvolvimentos que podemos ter a noção da utilidade dela.*

Resposta dos alunos ao questionário posterior ao desenvolvimento das atividades de modelagem matemática.

Fatores como a utilidade da Matemática, a inteiração com o tema, e o auxílio na aprendizagem de conceitos matemáticos já vistos e utilizados, antes das atividades, mecanicamente saltam aos olhos dos alunos. No que tange ao último fator, os registros dos alunos A2, A4 e C2 sinalizam a impressão que tiveram, após a realização das atividades de modelagem matemática, no que diz respeito ao uso de técnicas de diferenciação e integração já vistas na disciplina de Cálculo Diferencial e Integral:

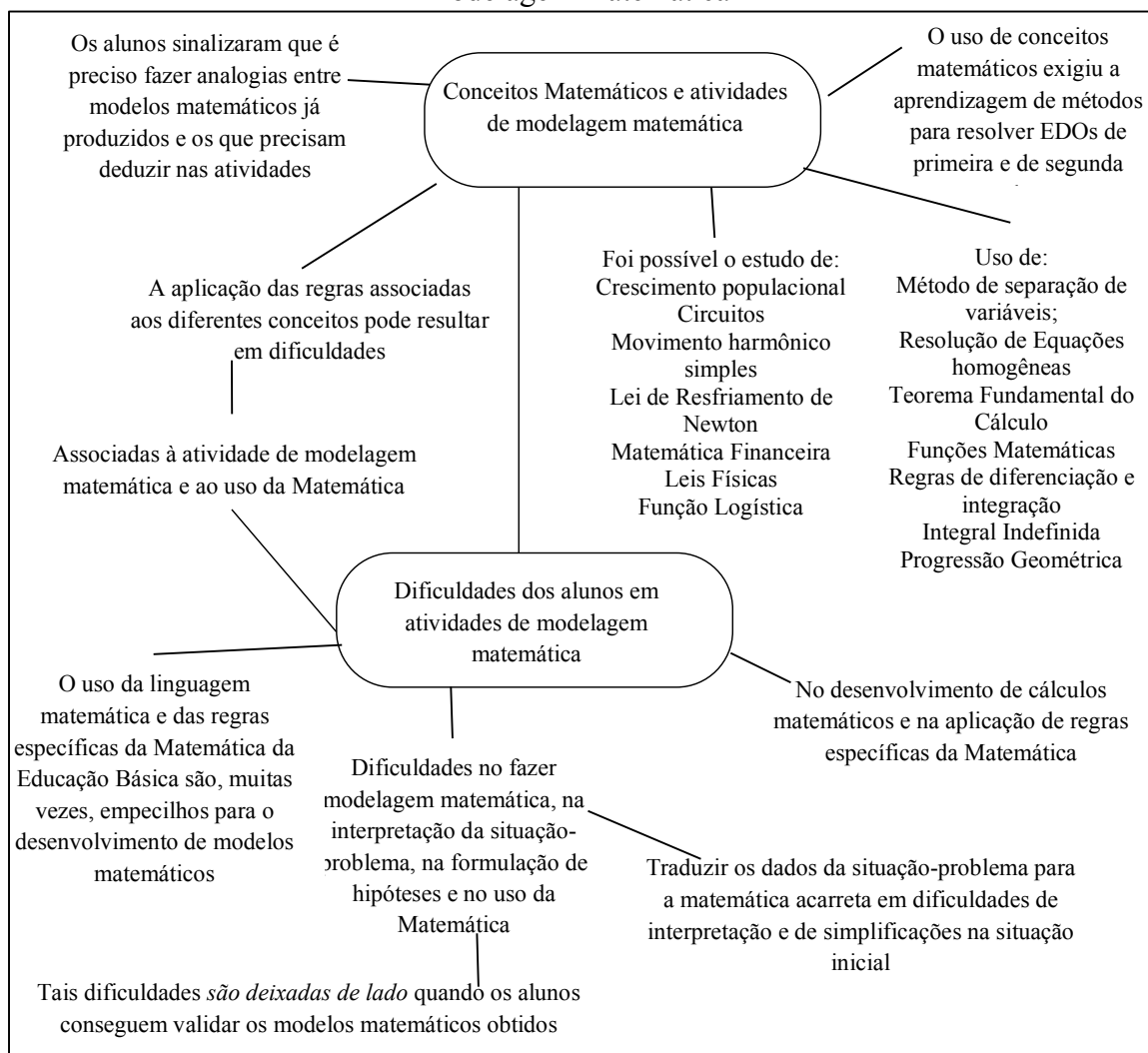
*Aluno A2: deixei de usar tabelinhas de derivadas e integrais por conta de trabalhar de forma que não precisava decorar, mas sim entender porque as coisas acontecem...*

Aluno A4: *Com as atividades pude aprender técnicas e conceitos de integração, sem necessariamente ter que retornar ao CDI I, isso foi o mais importante para mim...*

Aluna C5: *tinha muitas dificuldades em cálculo, mas pelo uso frequente nas atividades de modelagem matemática foi ficando mais simples.*

Resposta dos alunos ao questionário posterior ao desenvolvimento das atividades de modelagem matemática.

**Figura 3** O uso de conceitos matemáticos e as dificuldades dos alunos em atividades de modelagem matemática<sup>4</sup>



Fonte: os autores.

<sup>4</sup> Devido ao início das atividades de modelagem matemática na disciplina de Equações Diferenciais Ordinárias, os alunos concentraram os temas das atividades em fenômenos que poderiam ser analisados por meio de equações diferenciais e funções de uma variável real.

Os procedimentos matemáticos evidenciados pelos alunos, bem como as dificuldades por eles enfrentadas foram evidenciadas, desde características essenciais das atividades de modelagem matemática ao uso da matemática nas atividades desenvolvidas. A árvore da Figura 3 relaciona os principais conceitos matemáticos aliados ao desenvolvimento das atividades de modelagem matemática e as dificuldades sinalizadas pelos alunos.

De modo geral, os usos dos conceitos matemáticos nas atividades possibilitaram a aprendizagem de diferentes técnicas e métodos de resolução e a prática com os modelos matemáticos, nas diferentes situações-problema, sinalizaram que é preciso fazer analogias entre modelos matemáticos já produzidos e os que são necessários nas atividades.

De modo geral, nessas situações-problema os alunos buscaram estudar procedimentos matemáticos decorrentes das disciplinas do curso de Licenciatura em Matemática, mas sempre vislumbrando a aplicabilidade de tais procedimentos com vistas às situações-problema. Segundo Fleg et al. (2013, p. 28, tradução nossa) “os estudantes apreciam modelos matemáticos que tem aplicações no mundo real e que podem ser utilizados para engaja-los com abordagens que favoreçam situações de aprendizagem”. Os mesmos autores sinalizam que quando os estudantes tentam entender um modelo matemático eles utilizam:

- (1) A seleção de informações complementares.
- (2) O uso e a prática com o modelo matemático.
- (3) A procura por inter-relações entre elementos do modelo.

Há duas intenções primárias no emprego de estratégias. Os alunos procuraram: (1) Compreensão dos elementos do modelo ou (2) Compreender as inter-relações entre os elementos/contexto e aplicação do modelo (FLEG et al., 2013, p.31).

Neste contexto, emergem as dificuldades dos alunos nas atividades, entre elas: na aplicação de regras de diferentes contextos, nos usos da linguagem matemática, na interpretação da linguagem da situação-problema, ou seja, na transição entre os jogos de linguagem da situação e da matemática.

### **DISCUSSÃO DOS RESULTADOS E DELINEAMENTOS FUTUROS**

As práticas linguísticas que ocorrem em sala de aula, durante o desenvolvimento das atividades de modelagem matemática, foram investigadas por meio da metodologia de análise das práticas discursivas de Spink (2013). De acordo com Oliveira e Silveira (2016) tais práticas

---

interferem nos processos de ensino e de aprendizagem da Matemática, e em particular as práticas associadas aos usos da linguagem matemática.

Três árvores de associação possibilitaram a interpretação do fluxo de ideias acerca da Matemática, concepção dos alunos, e das práticas de modelagem matemática, concepções sinalizadas após o desenvolvimento de atividades em dois anos de pesquisa empírica.

Os usos da linguagem matemática em atividades de modelagem matemática estão associados, principalmente, aos usos da matemática escolar. Neste contexto, Souza (2012) e Souza e Barbosa (2014) já sinalizam o potencial de atividades de modelagem matemática para legitimar os usos da linguagem matemática associada ao sistema matemático escolar e como um meio para ensinar e aprender matemática nesta *forma de vida*. Nesse contexto, a maneira como os alunos usam a linguagem e os procedimentos matemáticos em atividades de modelagem matemática estão associados à matemática que consideram útil em sua forma de vida, às situações que podem por eles ser lidas e interpretadas utilizando da linguagem matemática.

A explicitação e análise das pré e pós concepções acerca de matemática e de modelagem matemática sinalizam que os usos da linguagem constituem os modos de ver dos alunos no que diz respeito à matemática e à modelagem matemática e, ainda, possibilita inferir que quando se trata de atividades de modelagem matemática a matemática é utilizada não apenas como um veículo ou uma ferramenta que normatiza as experiências dos sujeitos com o mundo, mas também tem seu uso empírico, visto que o conceito será formado por cada indivíduo em particular.

Já dizia Pollak (2012, p.ix tradução nossa) “o campo particular de aplicação, seja na vida cotidiana, ou no uso para o bom exercício da cidadania, ou para o entendimento de alguma parte da Ciência, esses fatores são menos importantes do que a experiência com o processo de modelagem”.

Por meio das análises é possível inferir que ao trabalhar com modelagem matemática no contexto das disciplinas do curso de Licenciatura em Matemática, os alunos partilham diferentes jogos de linguagem que se alteram, ora específicos da Matemática, ora específicos da situação-problema sob investigação. Neste contexto, os jogos específicos da modelagem

matemática na Educação Matemática, são distintos do jogo convencional e predominante na Matemática.

#### REFERÊNCIAS

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

ARAUJO, J. L. Uma Abordagem Sócio-Crítica da Modelagem Matemática: a perspectiva da educação matemática crítica. **ALEXANDRIA Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v.2, n.2, p.55-68, jul. 2009.

ARAUJO, J. L. Ser Crítico em Projetos de Modelagem em uma Perspectiva Crítica de Educação Matemática. **Bolema**. UNESP, Rio Claro, impresso, vol. 26, n. 43, 2012.

BISOGNIN, E.; BISOGNIN, V. Percepções de Professores sobre o Uso da Modelagem matemática em Sala de Aula. **Bolema**. UNESP, Rio Claro, impresso, vol. 26, n. 43, 2012.

BRASIL. Secretária de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais: introdução aos parâmetros curriculares nacionais**. Brasília: MEC/SEF, 1997.

D'AMBROSIO, U. The role of mathematics in educational systems. **ZDM**. 39: 173-181, 2007.

FLEGG, J. A.; MALLET, D. G.; LUPTON, M. Students' approaches to learning a new mathematical model. **Teaching Mathematics and Its Applications**. 32: 28-37, 2013.

GALBRAITH, P. Models of Modelling: genres, purposes or perspectives. In: **Journal of Mathematical Modelling and Applications**. v, 1, n. 5, 3-16, 2012.

MEYER, J. F. C. A; CALDEIRA, A. D; MALHEIROS, A. P. S. **Modelagem em educação matemática**. Belo Horizonte: Autêntica, 2011.

NISS, M. Prescriptive Modelling – Challenges and Opportunities. In: STILLMAN, G.; BLUM, W.; BIEMBENGUT, M. S. (Eds.) **Mathematical Modelling in Education Research and Practice: cultural, social and cognitive influences**. New York: Springer, p. 67-80, 2015.

OLIVEIRA, M. de S.; SILVEIRA, M. R. A. Falar e Mostrar para Provar: Uma contribuição Teórica sobre a Utilização dos Gestos Ostensivos Wittgensteinianos como Auxiliares na Prova Matemática. **ALEXANDRIA Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**. v. 9, n. 2, p. 271-285, 2016.

PARANÁ. Secretaria de Estado da Educação do Paraná. Superintendência da Educação. **Diretrizes Curriculares da Educação Básica: Matemática**. Curitiba: SEED, 2008, p. 1- 81.

POLLAK, H. O. The interaction between Mathematics and other school subjects, **New Trends in Mathematics Teaching**, Volume IV, Paris: UNESCO, 1979.

POLLAK, H. O. What is mathematical modeling? In: **Mathematical Modelin Handbook. Bedford**: COMAP, 2012. Disponível em <[www.comap.com](http://www.comap.com)>.

SILVA, J. N. D.; BARBOSA, J. C. Modelagem Matemática: as discussões técnicas e as experiências prévias de um grupo de alunos. **Bolema**. UNESP, Rio Claro, impresso, vol. 24, n. 38, 2011.

SOUZA, E. G. **A aprendizagem matemática na modelagem matemática**. Tese (Doutorado em Ensino, Filosofia e História das Ciências) - Universidade Federal da Bahia, Instituto de Física. Universidade Estadual de Feira de Santana, Salvador, 2012.

SOUZA, E. G.; BARBOSA, J. C. Contribuições teóricas sobre a aprendizagem matemática na modelagem matemática. **Zetetiké**. v. 22, n. 41, p. 31-58, jan/jul, 2014.

SPINK, M. J. **Práticas discursivas e produção de sentidos no cotidiano**. Ed. Virtual. Rio de Janeiro: Centro Edelstein de Pesquisas Sociais, 2013, p. 22-41.

SRIRAMAN, B.; LESH, R. Modeling conceptions revisited. **ZDM**. Vol 38(3), 2006.

TAMBARUSS, C. M.; KLÜBER, T. E. A pesquisa em Modelagem matemática na Educação Matemática: sobre as atividades de formação continuada em teses e dissertações. **Revemat**, Florianópolis, SC, v. 9, p. 38-56, 2014.

WITTGENSTEIN, L. **Investigações Filosóficas**. 8. ed. Petrópolis: Vozes; Bragança Paulista: Editora Universitária São Francisco, 2013.