

Percepções de um grupo de professores de matemática da educação básica em relação à estratégia de ensino aplicação de modelos

Perceptions of a group of basic education mathematics teachers in relation to the teaching strategy application of models

Percepciones de un grupo de profesores de matemática de la enseñanza básica en relación con la estrategia de enseñanza aplicación de modelos

Emerson Silva de Sousa ¹

Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA)

<https://orcid.org/0000-0002-1039-4280>

Isabel Cristina Machado de Lara ²

Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS)

<https://orcid.org/0000-0002-0574-8590>

Resumo

O presente artigo tem como principal objetivo apresentar as percepções de um grupo de professores de matemática da educação básica em relação à estratégia de ensino denominada aplicação de modelos, além de destacar sua relação com a modelagem matemática no contexto educacional. Trata-se de um recorte oriundo da investigação realizada dentro de uma pesquisa de doutorado em educação em ciências e matemática. Após aplicar um questionário sobre o tema aos participantes, a análise de seus depoimentos foi feita por meio da análise textual discursiva que apontou seis modos diferentes de se perceber a aplicação de modelos, conforme as categorias emergentes de seus relatos. Adicionado a isso, constatou-se que há uma relação próxima da aplicação de modelos com a modelagem matemática, o que pode favorecer a prática da modelagem em sala de aula por professores que ainda se sentem inseguros na sua implementação.

Palavras-chave: Modelo matemático, Modelagem matemática, Aplicação de modelos.

¹ essousa73@gmail.com

² isabel.lara@pucrs.br

Abstract

This article aims to present the perceptions of a group of basic education mathematics teachers regarding the teaching strategy called application of models and highlight its relationship with mathematical modelling in the educational context. This study is an excerpt of a doctoral research in science and mathematics education. After giving the participants a questionnaire on the subject, we analysed their responses based on the discursive textual analysis, which pointed out six different ways of perceiving the application of models, according to the emerging categories of their reports. We also found a close relationship between the application of models and mathematical modelling, which may favour the classroom modelling practice of the teachers, who still feel insecure about its implementation.

Keywords: Mathematical model, Mathematical modelling, Application of models.

Resumen

El objetivo principal de este artículo es presentar las percepciones de un grupo de maestros de matemáticas de la enseñanza básica en relación con la estrategia de enseñanza llamada aplicación de modelos, además de resaltar su relación con el modelado matemático en el contexto educativo. Este es un extracto de la investigación llevada a cabo dentro de una investigación doctoral en ciencias y educación matemática. Después de aplicar un cuestionario sobre el tema a los participantes, el análisis de sus testimonios se realizó a través del análisis textual discursivo, que señaló seis formas diferentes de percibir la aplicación de modelos, de acuerdo con las categorías que emergen de sus relatos. Sumado a esto, se encontró que existe una estrecha relación entre la aplicación de modelos y el modelo matemático, lo que puede favorecer la práctica del modelado en el aula por parte de maestros que todavía se sienten inseguros en su implementación.

Palabras clave: Modelo matemático, Modelado matemático, Aplicación de modelos.

Percepções de um grupo de professores de Matemática da Educação Básica em relação à estratégia de ensino Aplicação de Modelos

Modelos matemáticos estão presentes nas mais diversas áreas do conhecimento, como por exemplo, nas Engenharias, Arquitetura, Matemática, Ciências da Natureza, Indústria, Economia, Moda, Artes, Literatura etc. (Biembengut, 2016). Além do papel central de representar, os modelos matemáticos possibilitam a interpretação de fenômenos e a resolução de situações-problema advindas dessas áreas. É o que o autor afirma ao expressar que:

O modelo matemático de algum fenômeno das Ciências reflete propriedades intrínsecas deste fenômeno e permite prever novas propriedades, organizar teorias mais gerais [...]. E também nos permite compreender o fenômeno que o gerou, fazer uso para solucionar uma situação-problema; encadeia muitas revelações significativas. (Biembengut, 2016) p. 83).

Não há uma definição única para modelo matemático. Segundo Carreira (1998), vários autores descrevem-no de diferentes modos, mas, essencialmente trazem uma base comum: um modelo matemático é uma representação matemática de uma dada situação do mundo real. Bassanezi (2002, p. 20), por exemplo, afirma simplesmente que: “*Modelo Matemático* é um conjunto de símbolos e relações matemáticas que representam de alguma forma o objeto estudado.”

Com a mesma concepção de modelo, Burak (1992) aponta que, em particular, os modelos matemáticos têm como objetivo explicar matematicamente situações do cotidiano das pessoas, ajudando-as a fazer previsões e tomar decisões. Seu entendimento é que modelo matemático tem uma representação em linguagem matemática, geralmente sob a forma de uma equação, inequação, sistema de equações, podendo, inclusive, ser a planta baixa de uma casa ou um mapa, uma tabela etc.

Barbosa (2007, p. 161), com mais abrangência, propõe que modelo matemático é “[...] qualquer representação matemática da situação em estudo”. Sinaliza que um modelo matemático não precisa ser composto exclusivamente por equações ou inequações que representem relações entre variáveis. Sua defesa é que os modelos matemáticos devem ser

concebidos em uma perspectiva *sociocrítica*³ da Modelagem Matemática (Barbosa, 2003), isto é, discutir o papel e a natureza dos modelos matemáticos na sociedade. Segundo o autor, os modelos matemáticos têm uma “função social” quando destaca que os mesmos precisam desenvolver um papel na sociedade como balizadores de decisões. É “[...] necessário ultrapassar as dimensões técnicas da Modelagem e realizar uma análise crítica do papel dos modelos matemáticos na vida social [pois] a matemática e os modelos matemáticos integram, interferem, controlam e/ou prescrevem a vida social.” (Barbosa, 2001, p. 19).

Biembengut (2014, p. 21) corrobora essa ideia ao afirmar que: “O valor do modelo vai além dos motivos de quem o modelou, mas essencialmente dos motivos daqueles que dele se servirão. Nenhum modelo ou forma de representar é casual ou rudimentar. É, antes, a expressão das percepções da realidade, do desejo, da aplicação.”. Nessa perspectiva, a autora entende que um modelo matemático pode ter sua representação de modo simbólico ou físico. Significa que, para ela, assim como para Burak (1992), uma expressão ou lei matemática, um desenho ou imagem, um projeto ou esquema, gráfico ou mapa, dentre outras formas, podem ser meios de representar um modelo matemático.

Percebe-se, com isso, que o uso prático de modelos matemáticos nas diversas áreas do conhecimento, na sociedade e em situações do cotidiano está presente, mesmo que não se reflita muito sobre isso. Há um apontamento dessa aplicabilidade em vários contextos, em particular, no contexto educacional, que é o ambiente principal que se pretende enfatizar neste artigo. A ideia é, portanto, apresentar uma discussão sobre Aplicação de Modelos (matemáticos) como estratégia para ensinar Matemática, principalmente na Educação Básica, cuja investigação e resultado advém de um recorte feito a partir da pesquisa de doutorado do primeiro autor.

³ Insere-se na concepção de Educação Matemática Crítica (Skovsmose, 2000), a qual “[...] inclui o interesse pelo desenvolvimento da educação matemática como suporte da democracia, implicando que as microssociedades de salas de aulas de matemática devem também mostrar aspectos de democracia. [...] enfatiza que a matemática como tal não é somente um assunto a ser ensinado e aprendido (não importa se os processos de aprendizagem são organizados de acordo com uma abordagem construtivista ou sociocultural.” (p.2).

Contexto geral das Aplicações

No decorrer da História, o desenvolvimento do conhecimento humano quase sempre passou pela necessidade de encontrar respostas e resolver algum problema real. Na Matemática esse desenvolvimento é nitidamente percebido. Inspirada, às vezes nos fenômenos da natureza, a Matemática se apresenta como uma “[...] criação humana a partir da contemplação da natureza e da tentativa de compreendê-la, imitá-la e modificá-la, [que] permite-nos produzir outras tantas coisas, formar ou combinar outros sons, outras imagens e até outras naturezas.” (Biembengut, 2016, p. 89).

A maior parte do ferramental matemático foi desenvolvido com esse propósito, isto é, aplicar os conhecimentos matemáticos na generalização e resolução de problemas oriundos de situações reais, auxiliando as pessoas na tomada de decisões adequadas. Esse aspecto aplicativo da Matemática tem se delineado, ao longo dos tempos, como fator relevante tanto para o desenvolvimento das diversas áreas do conhecimento como da própria Matemática, como afirma D’Ambrosio, citado em Bassanezi (1999, p. 11):

Este caráter surpreendente de aplicabilidade da Matemática tem sido uma constante do seu desenvolvimento. Uma das razões parece ser que o desenvolvimento da Matemática não se processa de uma maneira isolada, mas recebe influências frequentes das próprias mudanças que ela ajudou a realizar.

Bassanezi (1999) destaca que esse aspecto aplicativo da Matemática em áreas como Economia, Química, Biologia, entre outras, é percebido fortemente, em um modo de aplicar que chama de “perspectiva da utilização de modelos”. Esse “uso” da Matemática, segundo o autor, já é percebido em outras áreas que aparentemente não teriam muita relação com a Matemática. É o caso da Sociologia, da Psicologia, da Medicina, da Linguística, da Música, e outras. Ao se referir a essa aplicabilidade da Matemática, seu uso prático nas situações-problema, Bassanezi (2002, p. 18) enfatiza:

O objetivo fundamental do “uso” da matemática é de fato extrair a parte essencial da situação-problema e formalizá-la em um contexto abstrato onde o pensamento possa

ser absorvido com uma extraordinária economia de linguagem. Desta forma, a matemática pode ser vista como um instrumento intelectual capaz de sintetizar ideias concebidas em situações empíricas que estão quase sempre camufladas num emaranhado de variáveis de menor importância.

Esse “uso” ou aplicabilidade da Matemática se harmoniza bem à concepção de Matemática Aplicada (Bassanezi, 2002). Segundo o autor, a Matemática Aplicada “[...] pode ser considerada como a *arte de aplicar matemática a situações problemáticas* [...], e consiste, essencialmente, *na atitude de pensar e fazer matemática.*” (p. 32, grifos do autor). Em outras palavras, a Matemática Aplicada “[...] é essencialmente interdisciplinar e sua atividade consiste em tornar aplicável alguma estrutura matemática fora do seu campo estrito.” (p. 175). Portanto, a fim de expressar um termo que represente o conjunto geral das aplicações matemáticas e da Matemática, as atitudes ou abordagens metodológicas que facilite essa aplicabilidade em contextos variados, poderá ser indicado simplesmente por *Aplicações*.

Niss, Blum e Galbraith (2007), dentro desse contexto geral das Aplicações, afirmam que toda vez que se utiliza algum conteúdo matemático com a finalidade de compreender ou lidar com algum domínio do mundo externo à Matemática, ocorre aí uma aplicação. Segundo os autores, a aplicação é um instrumento útil para entender melhor situações que se encontram no âmbito externo à Matemática, possibilitando “[...] investigar questões, para explicar fenômenos, para resolver problemas, para preparar o caminho para as decisões, etc.” (p.3). Esse “[...] mundo externo à Matemática pode ser outro conteúdo ou disciplina, uma área de prática, uma esfera da vida privada ou social, etc.” (p. 3).

De acordo com os autores, duas abordagens distintas podem ser identificadas no contexto geral das Aplicações. Para eles:

Ao usar matemática para resolver problemas do mundo real, no sentido amplo aqui adotada, é muitas vezes chamado de aplicação matemática, e um problema do mundo real que tem sido abordado por meio da matemática é chamado de uma aplicação da matemática. Às vezes, porém, as noções de “aplicação” [nos dois sentidos] são usados

para qualquer tipo de ligação entre o mundo real e matemática.⁴ (Niss, Blum & Galbraith, 2007, p. 10, tradução nossa).

Segundo os autores, a primeira concepção, “aplicação matemática” para resolver problemas do mundo real, indica uma abordagem que valoriza a direção “Realidade → Matemática”, ou seja, os próprios fenômenos e os processos a serem desenvolvidos para a resolução dos problemas são a motivação principal. Já a segunda concepção, resolver os problemas do mundo real por meio de “aplicação da Matemática”, sinaliza a direção oposta, isto é, “Matemática → Realidade”, de modo que a ênfase agora recai sobre a própria Matemática e os objetos matemáticos envolvidos, como os modelos por exemplo, que devem dar o direcionamento para o estudo dos fenômenos encontrados na natureza e de outras áreas do conhecimento. Conforme os autores, dentro do contexto geral das Aplicações, a primeira abordagem, “aplicação matemática”, pode ser identificada com a *Modelagem*, enquanto a segunda, “aplicação da Matemática”, pode ser chamada simplesmente de *aplicação*. Eles sintetizam a ideia, afirmando que,

[...] com a **modelagem** estamos de pé fora da matemática perguntando: “Onde posso encontrar um pouco de matemática para me ajudar com este problema?”. [...] com **aplicação** estamos parados dentro da matemática olhando para fora: “Onde eu posso usar esta parte particular do conhecimento matemático?”.⁵ (Niss, Blum & Galbraith, 2007, p. 11, grifo nosso).

A mesma concepção é encontrada em Bassanezi (1999, 2015). Segundo o autor, a atividade de aplicar “[...] é tão antiga quanto a própria Matemática. Muitas ideias matemáticas surgiram a partir de problemas práticos, assim como a Matemática já desenvolvida passou a ser usada em situações novas e diversas.” (Bassanezi, 2015, p. 10).

⁴ “Using mathematics to solve real world problems, in the broad sense adopted here, is often called applying mathematics, and a real-world problem which has been addressed by means of mathematics is called an application of mathematics. Sometimes, though, the notions of “applying” or “application” are used for any kind of linking of the real world and mathematics.” (Niss, Blum & Galbraith, 2007, p. 10).

⁵ [...] with modelling we are standing outside mathematics looking in: “Where can I find some mathematics to help me with this problem?” [...] with applications, we are standing inside mathematics looking out: “Where can I use this particular piece of mathematical knowledge?” (Niss, Blum & Galbraith, 2007, p. 11).

Mais especificamente, Bassanezi (1999) destaca as duas alternativas de abordagens das Aplicações, expressando que a primeira consiste em “[...] adaptar conceitos, configurações ou estruturas matemáticas aos fenômenos da realidade - muitas vezes, sujeitando aspectos da realidade, físico-sociais e outros [...]” (p. 11), cuja finalidade é tratar dos modelos matemáticos que emergem dessa realidade da melhor forma possível. A outra, partindo de situações da realidade que sirvam “[...] como fonte para a obtenção de novos conceitos e estruturas matemáticas [...]” (p. 12) de modo que os paradigmas do edifício científico já construído abram espaço para “[...] novos paradigmas e a Matemática evolui como um retrato do universo.” (p.12), mostrando de certa forma, o potencial da existência e aplicabilidade da Matemática.

Nota-se que o autor está se referindo na primeira abordagem, à ideia de *aplicação* (de modelos), quando o ponto de partida é a Matemática e suas “ferramentas” para resolver problemas da realidade. Por outro lado, na segunda, a referência é a *Modelagem*, que percorre o caminho inverso.

Soares (2012), na tentativa de caracterizar o uso de modelos matemáticos dentro do contexto geral da Aplicações, em que a abordagem estivesse voltada para o modo de trabalhar modelos matemáticos em sala de aula, faz uma pesquisa na literatura e identifica dois direcionamentos. O primeiro, indica um papel basicamente *ilustrativo* dos modelos, e afirma:

[...] um trabalho com aplicações parece se restringir à **ilustração** do uso de um conteúdo matemático. [...] o principal objetivo atrelado ao trabalho com aplicações é a **ilustração** de como utilizar determinado conteúdo. Neste caso, o conteúdo matemático é ensinado previamente e posteriormente utilizado pelos estudantes para resolver problemas vinculados ao mundo exterior à Matemática” (Soares, 2012, p. 111, grifo nosso).

O segundo direcionamento identificado por Soares (2012), aponta para um papel mais *reflexivo* dos modelos. Segundo a autora, essa perspectiva indica que o professor propõe um exame crítico de modelos matemáticos prontos de alguma situação real. Esses modelos podem ser apresentados na forma de tabelas de informações, com acesso às hipóteses e cálculos

completos referentes aos modelos propostos, e têm como finalidade “[...] compreender sua elaboração, seus cálculos e determinar suas limitações.” (p. 112).

Pensando no âmbito educacional, é possível inferir que os modelos matemáticos, assim como outros conceitos e conteúdos matemáticos já desenvolvidos, são ou podem ser relacionados à realidade dos estudantes. Para tanto, a fim de tentar estabelecer essa relação e percebê-la dentro do ambiente das Aplicações, será identificado como uma abordagem pedagógica para esse fim, o termo “Aplicação de Modelos”, o qual será definido e terá um enfoque destacado na próxima seção.

Aplicação de Modelos: uma perspectiva

Os diversos fenômenos naturais e sociais apresentam problemas e situações-problema que podem ser traduzidos por meio de modelos matemáticos, e nesse sentido busca-se compreender a melhor forma de aplicá-los com fins educacionais. Devido à relação da Matemática com outras Ciências, quando o assunto se refere às Aplicações, o ensino e a aprendizagem ganham significativo sentido como parte relevante do currículo, especialmente na Educação Básica. Além do mais, essa relação oportuniza aos estudantes perceberem a importância do conteúdo desenvolvido em sala de aula de modo que a contextualização se torna uma importante ferramenta nesses processos a fim de resolver problemas reais.

Diante dessas considerações, e levando em conta as concepções acerca de *modelo matemático* e *aplicação* vistas anteriormente, será discutido nessa seção o termo Aplicação de Modelos (ApM) como uma abordagem pedagógica que pode ser utilizada em sala de aula com vistas a aprendizagem de Matemática. Assim, ao lado da Modelagem Matemática, a ApM está inserida no contexto geral das Aplicações e se configura como um caso particular de *aplicação* (Niss, Blum & Galbraith, 2007).

Nesse sentido, entende-se que a abordagem ApM segue o mesmo direcionamento “Matemática → Realidade”, que, na prática, indica o uso específico dos modelos matemáticos presentes nos vários contextos para lidar e/ou resolver os problemas da realidade.

Assim, ao analisarem as ideias e explicações de Niss et al. (2007), Soares (2012), Soares e Javaroni (2013) identificam aí, basicamente o papel *ilustrativo* da ApM. Percebem, nesse caso, que a ênfase não é a reflexão sobre qual Matemática utilizar para resolver determinado problema, e sim em quais situações é possível utilizar determinado conceito matemático, como os modelos matemáticos, por exemplo. Entendem que:

[...] um trabalho com aplicação [de modelos] iniciaria com a definição de um conteúdo matemático para depois seguir com a apreciação de uma situação ou problema para o qual aquele conteúdo seria utilizado. [...] um modelo é apresentado como um exemplo para um conteúdo já trabalhado. [...] um modelo apresentado para ilustrar a utilidade de um determinado conteúdo pode despertar a curiosidade dos alunos sobre determinada situação [...]. (Soares & Javaroni, 2013, p. 211-212).

Para que haja esse instigar da curiosidade dos estudantes, é necessário, porém, que o professor esteja atento na escolha dos modelos a serem abordados em sala de aula, objetivando sempre a manutenção do vínculo com a realidade deles (Bassanezi, 2002). Se a ênfase da ApM, no entanto, for simplesmente ilustrar ou exemplificar, esse objetivo estará em risco, e tal abordagem não passaria de uma exposição tradicional do conteúdo. Essas estruturas tradicionais, que segundo o autor seguem o mesmo esquema utilizado no ensino de um teorema, isto é, “**enunciado** → **demonstração** → **aplicação**”, “[...] acabaram conduzindo seu ensino [da Matemática] nas escolas de maneira desvinculadas da realidade, e mesmo do processo histórico de construção da matemática.” (Bassanezi, 2002, p. 36).

Por outro lado, baseado em Soares (2012), Soares e Javaroni (2013), infere-se que a abordagem dos modelos matemáticos na perspectiva da ApM pode ocorrer quando o professor, no seu planejamento, partindo de um conteúdo matemático previamente determinado, busca em seguida por algum fenômeno ou situação-problema que possa ser representada por modelos

que os estudantes possam lidar e que envolva o conteúdo abordado. Um cuidado que se deve ter nessa abordagem é que a escolha do fenômeno ou da situação-problema seja estreitamente relacionada com um tema de interesse dos estudantes, seja ele focado em situações do cotidiano ou até mesmo em situações relacionadas ao trabalho deles em seu futuro profissional.

Em síntese, pode-se dizer que ApM se trata de uma estratégia de ensino do conteúdo curricular que parte de dentro da própria Matemática e visa lidar e resolver problemas e situações-problema por meio do uso de modelos matemáticos prontos associados de alguma forma à realidade e interesse dos estudantes. Tem como principal objetivo ilustrar e exemplificar os conteúdos matemáticos já estudados, mas, além disso, pode servir de “pontapé inicial” para a prática da Modelagem Matemática em sala de aula, como aponta um grupo de professores de Matemática da Educação Básica, participantes da pesquisa.

Aplicação de Modelos: perspectiva de um grupo de professores da Educação Básica

O grupo participante da pesquisa foi composto por 58 professores de Matemática da Educação Básica⁶. Foi aplicado um questionário com seis perguntas, dentre as quais foi escolhida uma para compor os relatos dessa seção: “Considerando que Modelagem Matemática, Análise de Modelos e Aplicação de Modelos são estratégias para ensinar Matemática na Educação Básica, como você caracteriza cada uma delas?”. Para delimitar o tema, enfatiza-se nesta investigação apenas o termo “Aplicação de Modelos”, cuja intenção restringe-se responder à pergunta: Como um grupo de professores de Matemática concebe ou caracteriza o termo “Aplicação de Modelos”?

O procedimento adotado para análise das respostas foi a Análise Textual Discursiva – ATD (Moraes & Galiuzzi, 2014), um método que busca analisar dados qualitativos seguindo as etapas: reconhecimento da base de dados; desmontagem dos textos, denominado de

⁶ São os 58 professores participantes da pesquisa, que serão identificados nesse texto por P1, P2, ..., P58.

“unitarização”; “categorização”, que pode emergir tanto do processo de análise ou definidas *a priori*; e por fim, a “captação do novo emergente”. Na última etapa 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.

A partir desse direcionamento, realizou-se, a leitura dos relatos, “quebrou-se” os textos em fragmentos que expressam uma ideia coesa, procedendo em seguida à organização dessas ideias, identificou-se os temas centrais ou unidades de significados presentes, e as categorias emergentes que, de certo modo, respondem à pergunta relativa ao termo “Aplicação de Modelos”.

O relato dos professores sinalizou, conforme a ATD desenvolvida, as seguintes categorias emergentes que caracterizam o termo “Aplicação de Modelos”: C1 - Abordagem que se utiliza da linguagem matemática para aplicar e aprofundar os conceitos e conteúdos estudados; C2 - Abordagem que pode ser aplicada em diversas situações e áreas do conhecimento; C3 - Etapa do processo de Modelagem Matemática; C4 - Abordagem que se utiliza de modelos matemáticos prontos; C5 - Estratégia que facilita os processos de ensino e de aprendizagem; C6 - Abordagem que possibilita a resolução de problemas oriundos de situações da realidade ou do cotidiano dos estudantes.

A fim de sintetizar o processo de ATD realizado que levou a essas categorias (Ci) emergentes, serão apresentadas a seguir, tabelas referentes a cada categoria que resumem o processo, e destacam nas três colunas, respectivamente: Exemplos de fragmentos dos relatos; Unidades de significados emergentes a partir da unitarização; Número de ocorrências de cada uma dessas unidades (como na tabela 1).

Com um total de 31 ocorrências, nessa categoria, percebe-se que o uso da linguagem matemática para generalizar, representar, interpretar e simplificar as situações-problema (13 ocorrências) e a aplicação prática dos conceitos e conteúdos matemáticos para contextualizá-

los e dar significado aos mesmos (12 ocorrências), são as unidades significativas que têm a maior frequência do número de ocorrências. Por outro lado, apenas dois professores apresentam o livro didático dentro dessa categoria como uma fonte de exemplos de ApM, mas que pode, talvez, potencializar o desenvolvimento de competências dos estudantes.

Tabela 1.

CI - Abordagem que se utiliza da linguagem matemática para aplicar e aprofundar os conceitos e conteúdos estudados (autores)

| Exemplos de fragmentos | Unid. de significados | Nº Oc. |
|---|---|---------------|
| <i>“No livro didático existe aplicação de modelos matemáticos.” (P1).</i> | Encontrado no livro didático | 2 |
| <i>“[...] pautando na discussão de conceitos matemáticos.” (P48).</i> | Discutindo os conceitos matemáticos | 2 |
| <i>“[...] para aprofundar o conhecimento matemático [...]” (P36).</i> | Aprofundando o conhecimento matemático | 2 |
| <i>“Transforma esses problemas numa ‘equação’ ou fórmula matemática”.</i> (P20). <i>“Utilização das propriedades matemáticas, deixando o específico e aplicando no geral.”</i> (P15). <i>“É execução [de] fórmulas matemáticas, passando do concreto para o abstrato.”</i> (P23). | Fazendo uso da linguagem matemática para generalizar e representar uma situação-problema | 6 |
| <i>“[...] a aplicação de modelos consiste na interpretação de um problema [...]”</i> (P2). <i>“As diversas situações problema farão com que a capacidade de interpretação (dos estudantes) melhore [...]”</i> (P47). <i>“É utilizar modelos para simplificar a situação real.”</i> (P58). | Interpretando e simplificando os problemas da realidade | 7 |
| <i>“Seria colocar em prática conceitos e conteúdos matemáticos.”</i> (P4). <i>“A aplicação de modelos deve estar voltada para situações cotidianas de nossos alunos para dar significado ao que está sendo ensinado. Assim a aplicação do modelo matemático serve para contextualizar o conteúdo da disciplina.”</i> (P28). <i>“[...] trazer para dentro de sala a realidade do aluno, uma vez que a matemática só fará sentido para os educandos quando ela se tornar significativa e prazerosa.”</i> (P47). | Aplicando os conceitos e conteúdos matemáticos na prática, contextualizando-os e dando significado aos mesmos | 12 |

A interpretação, de acordo com os professores, perpassa pela simplificação da situação-problema, apontando o uso da linguagem matemática para traduzir os fenômenos reais. Isso indica que a ApM, nessa perspectiva, além de ser apontada como uma abordagem que discute (2 ocorrências), aprofunda (2 ocorrências) e mostra na prática o conteúdo curricular estudado em sala de aula de modo contextualizado e significativo, enfatiza a importância do ensino e uso adequados da linguagem matemática nas suas variadas formas representativas, que traduzem e permitem aos estudantes compreenderem com mais clareza as situações-problema advindas de sua própria realidade, de seu cotidiano.

Com isso, os estudantes podem perceber que essa linguagem está presente em diversas situações e áreas de conhecimento, como destacado na próxima categoria.

Tabela 2.

C2 - Abordagem que pode ser aplicada em diversas situações e áreas de conhecimento e promove a Interdisciplinaridade (autores)

| Exemplos de fragmentos | Unid. de significados | Nº Oc. |
|--|---|---------------|
| <i>“Favorece processos interdisciplinares [...]” (P21).</i> | Interdisciplinaridade | 2 |
| <i>“[Os modelos] podem ser aplicados às mais diversas situações problema [...]” (P4). “[...] restringe-se à aplicação do modelo nas diferentes situações possíveis.” (P6).</i> | Aplicando em diversas situações-problema | 3 |
| <i>“Quanto a aplicação de modelos, as áreas são diversas. Difícil é descrever algo que não dependa de um modelo.” (P9). “[...] envolve a aplicação de conceitos matemáticos em problemas envolvendo as mais diferentes áreas [...]” (P43). “[...] relaciona a matemática a outras áreas do conhecimento e ilustra o “para que serve isso” tão comentado pelos estudantes [...]” (P10).</i> | Aplicando em diversas áreas de conhecimento | 9 |

Essa categoria sinaliza a ApM como abordagem potencializadora de interdisciplinaridade. Prevista nas Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica, a interdisciplinaridade é “[...] entendida aqui como abordagem teórico-metodológica em que a ênfase incide sobre o trabalho de integração das diferentes áreas do conhecimento, um real trabalho de cooperação e troca, aberto ao diálogo e ao planejamento.” (Brasil, 2013, p.28). Os

próprios PCNEM⁷ já destacavam que a ideia da interdisciplinaridade era “[...] utilizar os conhecimentos de várias disciplinas para resolver um problema concreto ou compreender um determinado fenômeno sob diferentes pontos de vista.” (Brasil, 2000, p.21).

Essa relação da Matemática com as situações do cotidiano dos estudantes e com outras áreas do conhecimento, apontada pelos professores, se configura como fator essencial para estabelecer a interdisciplinaridade no contexto escolar, e a ApM, dentro dessa perspectiva, pode ser percebida em praticamente todos os relatos apresentados. É o que expressa explicitamente o professor P33 ao afirmar que a ApM promove “*Interdisciplinaridade, pois vê o mundo real sendo interpretado em modelos matemáticos.*”.

A próxima categoria relaciona a ApM com a Modelagem Matemática (MM).

Tabela 3.

C3 - Etapa do processo de Modelagem Matemática (autores)

| Exemplos de fragmentos | Unid. de significados | Nº Oc. |
|--|------------------------------|---------------|
| <p>“[...] é encontrar os limites de onde suas soluções são válidas para o fenômeno físico.” (P46).</p> <p>“[...] consista na verificação da veracidade dos modelos matemáticos em comparação com o real.” (P34).</p> | Validação | 8 |
| <p>“[...] é a última fase (do processo de modelagem) e a mais importante, pois a partir da aplicação do modelo podem ser feitas projeções ou inferências sobre o objeto de estudo.” (P18).</p> <p>“A aplicação é o resultado (fase) final [...]” (P51).</p> <p>“[...] a aplicação deste modelo é feita para prever eventos futuros.” (P49).</p> <p>“[...] a fase da aplicação [...] busca apresentar soluções, fazer inferências, tomada de decisões, etc.” (P43).</p> | Aplicação | 16 |

Sendo essa uma das categorias com maior número de ocorrências (24), é perceptível com certa facilidade a relação que se estabelece entre a ApM e a MM. Na maioria dos relatos

⁷ Elaborado para auxiliar as equipes escolares na execução de seus trabalhos. O objetivo desse documento era estimular e apoiar à reflexão sobre a prática diária, o planejamento das aulas e o desenvolvimento do currículo escolar, bem como na atualização profissional. Esse documento foi substituído pela atual Base Nacional Comum Curricular – BNCC (Brasil, 2018). Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/conaes-comissao-nacional-de-avaliacao-da-educacao-superior/195-secretarias-112877938/seb-educacao-basica-2007048997/12598-publicacoes-sp-265002211>. Acesso em 23 abr. 2020.

essa relação não está indicada explicitamente. No entanto, pelo contexto analisado, é possível inferir que, em geral, os participantes sinalizam para essa caracterização.

Em um processo de MM de uma situação-problema, etapas ou fases são desenvolvidas para se completar um ciclo do processo e atender aos objetivos propostos no início do estudo. Essas etapas são estabelecidas conforme a concepção de Modelagem adotada. Para evidenciar a presente categoria, a MM considerada aqui é a concepção de Bassanezi (1999, 2002), que vem da Matemática Aplicada, “[...] considerada como a *arte de aplicar matemática a situações problemáticas*, usando como processo comum a modelagem matemática.” (Bassanezi, 2002, p.32). Para esse autor as etapas do processo de Modelagem são: 1ª - *Experimentação*; 2ª - *Abstração*; 3ª - *Resolução*; 4ª - *Validação*; 5ª - *Modificação*; 6ª - *Aplicação*.

Nota-se que as etapas do processo de Modelagem sinalizadas pelos professores na caracterização da ApM poderiam ser a 5ª e 6ª etapas, isto é, a *Validação* (8 ocorrências) e a *Aplicação* (16 ocorrências). Nessa perspectiva, portanto, infere-se que a ApM não se configura como uma abordagem isolada no ensino de Matemática em sala de aula, mas é percebida como etapa ou fase de um processo maior, de um ciclo de MM.

Pensando na etapa da *Aplicação*, de modo geral, segundo o professor P31, a ApM pode levar o estudante a modificar e fazer melhorias no próprio contexto social em que vive. É o que indica também o professor P18 ao afirmar: “[...] a partir da aplicação do modelo, podem ser feitas projeções ou inferências sobre o objeto de estudo”, pois a ApM “Permite, a partir do modelo, realização de previsões e extrapolações que dificilmente seriam possíveis na situação real” (P19).

A próxima categoria é a que têm menor número de ocorrências (11), não significando com isso que tem menor valor na caracterização da ApM. Pelo contrário, considerando a ApM como uma abordagem prática em sala de aula, talvez seja essa uma das características

peculiares que podem defini-la como alternativa metodológica para ensinar Matemática na Educação Básica.

Tabela 4.

C4 - Abordagem que se utiliza de modelos matemáticos prontos (autores)

| Exemplos de fragmentos | Unid. de significados | Nº Oc. |
|--|--|---------------|
| <i>“É a aplicação de um modelo já construído [...]” (P2).</i> | Fazendo uso de modelos já construídos ou elaborados | 4 |
| <i>“[...] utilizando algum modelo já existente [...]” (P5). “A aplicação de modelos [...] me parece que parte do pressuposto que o modelo já tenha sido obtido, que já exista.” (P11).</i> | Fazendo uso de modelos já existentes | 5 |
| <i>“[ApM] são trabalhos em sala de aula para exemplificar uma situação da realidade.” (P8).</i> | Fazendo uso de modelos prontos para exemplificar uma situação da realidade | 2 |

Diferente da MM, que visa a construção/elaboração de um modelo matemático, a ApM, de acordo com essa caracterização, se utiliza de modelos matemáticos já construídos, prontos, tendo como finalidade o ensino do conteúdo curricular.

Percebe-se, mesmo de modo implícito, um aspecto apenas ilustrativo do conteúdo, como forma de simples exemplificação, sem refletir acerca do processo utilizado para chegar ao modelo. É o que expressa o professor P6 ao afirmar que a ApM *“[...] toma um modelo pronto, mas restringe-se à aplicação do modelo nas diferentes situações possíveis. Não há uma reflexão sobre o processo de construção/elaboração do modelo.”*. Essa ideia é sintetizada por P58 quando afirma: *“[...] a aplicação de modelos vai apenas citar exemplos de várias aplicações da matemática.”*

Por outro lado, para ensinar e/ou aprofundar determinado conteúdo, utilizando a ApM, o professor precisa fazer uma seleção minuciosa de modelos matemáticos de várias áreas e situações que contenham esse conteúdo. Para isso, é importante que os modelos escolhidos pelo professor para serem abordados em sala de aula estejam em harmonia com os interesses dos estudantes. Isso vem ao encontro da proposta de Biembengut (2016) quanto ao início de

uma atividade de *Modelação*. A autora sugere a utilização de modelos matemáticos conhecidos já nessa fase preliminar, visando explicitar o conteúdo matemático dentro das várias situações e áreas do conhecimento. Com isso, os estudantes têm oportunidade de “manusear” conteúdos curriculares em contextos de seu interesse, de sua própria realidade.

Assim, dentro dessa perspectiva, é possível inferir que a ApM pode ser percebida como uma estratégia que faz uso de modelos matemáticos prontos para ensinar os conteúdos matemáticos, mas que, além disso, se apresenta como uma atividade introdutória ou preliminar à *Modelação*.

Tabela 5.

C5 - Estratégia que facilita os processos de ensino e de aprendizagem (autores)

| Exemplos de fragmentos | Unid. de significados | Nº Oc. |
|---|---|---------------|
| <i>“É uma alternativa metodológica para aprofundar o conhecimento matemático.” (P36).</i> | Alternativa metodológica para aprofundar o conhecimento matemático | 1 |
| <i>“É importante para fazer o aluno pensar e criar [...]” (P31). “[...] faz com que o aluno possa explorar sua criatividade e lógica.” (P7).</i> | Desenvolvendo nos estudantes a criatividade e o pensamento lógico | 3 |
| <i>“É uma prática metodológica [...]” (P3). “É a execução do modelo matemático que se propôs para aquele ensino em sala de aula.” (P41). “[...] uma alternativa que favorece o aprendizado do aluno [...]” (P7). “[...] pode ser utilizada nos processos de ensino e aprendizagem de matemática [...]” (P48).</i> | Alternativa metodológica para o ensino e aprendizagem de Matemática | 9 |

A ênfase dessa categoria é a inserção da ApM como estratégia metodológica nos processos de ensino e aprendizagem de Matemática. Isso é perceptível, mesmo de modo implícito, em cada unidade de significado, pois aprofundar o conhecimento matemático, desenvolver a criatividade e o pensamento lógico dos estudantes apontam nessa direção.

De acordo com os professores, a prática da ApM no contexto escolar pode constituir-se realmente como uma estratégia de ensino (P7; P36), como *“[...] uma alternativa às aulas*

[...]” (P45). É o que expressa o professor P51 ao indicar que essa alternativa pode inclusive “[...] *suprir uma carência no ensino da matemática atual.*”.

Essa perspectiva vem ao encontro do que propõe a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) acerca de estratégias para o ensino dos conteúdos nos diferentes componentes curriculares, cuja finalidade é “[...] assegurar as aprendizagens essenciais definidas para cada etapa da Educação Básica, uma vez que tais aprendizagens só se materializam mediante o conjunto de decisões que caracterizam o currículo em ação.” (Brasil, 2018, p.16). Algumas ações referentes a tais decisões valem ser destacadas, como:

[...] contextualizar os conteúdos dos componentes curriculares, identificando **estratégias** para apresentá-los, representá-los, exemplificá-los, conectá-los e torná-los significativos, com base na realidade do lugar e do tempo nos quais as aprendizagens estão situadas; [...] adotar **estratégias** mais dinâmicas, interativas e colaborativas em relação à gestão do ensino e da aprendizagem; selecionar e aplicar **metodologias e estratégias didático-pedagógicas diversificadas**, recorrendo a ritmos diferenciados e a conteúdos complementares [...]. (Brasil, 2018, pp. 16-17, grifos nossos).

Em síntese, a caracterização dos professores acerca da ApM, nessa categoria, aponta algumas ações que são descritas nos documentos oficiais. Assim, a ApM se apresenta como uma estratégia de ensino com potencial para trabalhar com modelos matemáticos de modo mais dinâmico, facilitando a interatividade da Matemática com outras áreas do conhecimento, assim como os processos de ensino e de aprendizagem da Matemática na prática escolar.

A seguir, apresenta-se a última categoria emergente (33 ocorrências) que destaca a resolução de problemas como foco principal da ApM.

Nessa caracterização (Tabela 6), a ênfase é dada à resolução de problemas reais, do cotidiano dos estudantes. Alguns professores, considerando a ApM dentro dessa perspectiva, destacam o interesse e a motivação dos estudantes no processo educativo. É o que expressa o professor P12 ao afirmar que a ApM “[...] *pode aumentar a motivação do aluno em estudar [...]*”, e o professor P43 ao enfatizar que a ApM “[...] *é de suma importância para a motivação e interesse pela aprendizagem por parte dos alunos [...]*”.

Tabela 6.

C6 - Abordagem que possibilita a resolução de problemas oriundos de situações da realidade ou do cotidiano dos estudantes (autores)

| Exemplos de fragmentos | Unid. de significados | Nº Oc. |
|---|---|---------------|
| <p>“É fazer o aluno interagir com a situação problema.” (P22).</p> <p>“[...] pode levar o aluno a perceber com maior clareza o valor da matemática no dia a dia.” (P51).</p> | Possibilitando a interação dos estudantes com situações-problema de seu cotidiano | 4 |
| <p>“[...] consiste na utilização de um modelo matemático em sala de aula para estudar certo fenômeno da realidade [...]” (P24).</p> <p>“[...] a fim de estudar, o que pode ser a realidade dos alunos [...]” (P44).</p> | Possibilitando o estudo de fenômenos da realidade dos estudantes | 8 |
| <p>“[...] possibilita o desenvolvimento de resoluções de problemas.” (P3).</p> <p>“Resolver os problemas propostos pelos modelos apresentados.” (P33).</p> <p>“[...] basicamente trata-se de resolver determinada situação problema.” (P5).</p> <p>“[...] diz respeito a utilização deles para resolver uma determinada situação.” (P11).</p> | Possibilitando a resolução de problemas e situações-problema | 21 |

A História tem mostrado que o desenvolvimento do conhecimento humano quase sempre passou pela necessidade e curiosidade de se encontrar respostas para alguma situação ou problema real. Na Matemática, esse desenvolvimento é nitidamente percebido, pois “[...] foi criada e desenvolvida [a Matemática] em outros tempos em virtude dos **problemas** de então, de uma realidade, de percepções, necessidades e urgências [...]” (D’Ambrosio, 2012, p.29, grifo nosso). Conforme D’Ambrosio (2012), o desenvolvimento do conhecimento matemático foi motivado, a princípio, pela busca de solução dos problemas oriundos de situações práticas (repartição de terras férteis, distribuição de recursos, técnicas de construção, etc.), das outras ciências emergentes (Física, Química, Astronomia, dentre outras), chegando aos problemas surgidos internamente à própria Matemática.

No campo educacional, principalmente no contexto escolar, o *problema* e o uso de situações-problema têm se configurado como objeto e meio de motivar os estudantes, e a

Resolução de Problemas (RP) tem sido apontada como um dos métodos de ensino mais utilizados e pesquisados em todo o mundo, visando a aprendizagem de Matemática (Fiorentini & Lorenzato, 2012). É o que Dante (2011, p. 11) percebe e reafirma:

Os estudos e pesquisas em educação matemática apontam que é necessário enfatizar mais a compreensão, o envolvimento do aluno e a aprendizagem por descoberta. Ambos, compreensão e descoberta, exigem mais pensamento. E mais pensamento implica maior uso de atividades de resolução de problemas.

Segundo Dante (2011), Allevato e Onuchic (2014), a ênfase dada à RP como método de ensino de Matemática no âmbito escolar se firma, principalmente a partir de 1980, quando as principais teorias de aprendizagem vigentes⁸ eram voltadas aos processos de pensamento, à aprendizagem por descoberta. Nesse contexto, a formulação e a resolução de problemas são consideradas por especialistas da área “[...] a principal razão para se aprender e ensinar matemática, por que é por meio dela que se inicia o aluno no modo de pensar matemático e nas aplicações dessa disciplina no nível elementar.” (Dante, 2011, p. 11). Segundo Allevato e Onuchic (2014), é nesse período que se passa “[...] a aceitar a ideia de que o desenvolvimento da capacidade de resolver problemas merecia mais atenção.” (p. 36).

No contexto da Educação brasileira, a RP passa, então, a fazer parte do rol das atuais tendências da Educação Matemática, e traz em sua essência o objetivo de propor aos estudantes o desenvolvimento dos conceitos matemáticos em situações potencialmente significativas para eles. É nessa perspectiva que a Matemática pode se tornar um componente escolar que seja ao mesmo tempo prazeroso e desafiador, instigando a capacidade geral de raciocínio desses estudantes. As Orientações Curriculares para Ensino Médio enfatizam essa concepção da RP, agregando ao desenvolvimento do pensamento matemático um valor formativo, isto é:

[...] colocar os alunos em um processo de aprendizagem que valorize o raciocínio matemático – nos aspectos de formular questões, perguntar-se sobre a existência de solução, estabelecer hipóteses e tirar conclusões, apresentar exemplos e

⁸ Construtivismo, Psicologia Cognitiva e Teoria Sociocultural de Vygotsky.

contraexemplos, generalizar situações, abstrair regularidades, criar modelos, argumentar com fundamentação lógico-dedutiva. Também significa um processo de ensino que valorize tanto a apresentação de propriedades matemáticas acompanhadas de explicação quanto a de fórmulas acompanhadas de dedução, e que valorize o uso da Matemática para a **resolução de problemas** interessantes, quer sejam de aplicação ou de natureza simplesmente teórica. [...] a aprendizagem de um novo conceito matemático dar-se-ia pela apresentação de uma **situação-problema** ao aluno, ficando a formalização do conceito como a última etapa do processo de aprendizagem. Nesse caso, caberia ao aluno a construção do conhecimento matemático que permite **resolver o problema**, tendo o professor como um mediador e orientador do processo ensino-aprendizagem, responsável pela sistematização do novo conhecimento (Brasil, 2006, pp. 70, 81, grifos nossos).

Nessa mesma direção, a atual BNCC (Brasil, 2018) aponta competências gerais e habilidades que, à parte as críticas e controvérsias sobre esse documento, visam em um sentido geral a resolução de problemas reais do contexto dos estudantes, inclusive como meio para o *letramento matemático*, o qual visa desenvolver competências e habilidades “[...] de raciocinar, representar, comunicar e argumentar matematicamente, de modo a favorecer o estabelecimento de conjecturas, a formulação e a resolução de problemas em uma variedade de contextos, utilizando conceitos, procedimentos, fatos e ferramentas matemáticas.” (p. 266).

Aplicação de Modelos: uma síntese

Diante do exposto, pode-se sintetizar a ApM como uma estratégia de ensino do conteúdo curricular que parte de dentro da própria Matemática, visando lidar e resolver problemas e situações-problema por meio do uso de modelos matemáticos prontos associados, de algum modo, à realidade e ao interesse dos estudantes, cujo objetivo primordial é tentar ilustrar e exemplificar os conteúdos matemáticos, mas que pode servir de incentivo à reflexão sobre esses conteúdos (Bassanezi, 2002; Niss, Blum & Galbraith, 2007; Soares, 2012; Soares & Javaroni, 2013).

Essa definição⁹ pode ser dividida em cinco partes, a fim de evidenciar com mais nitidez sua relação com a perspectiva (caracterização) dos professores participantes da pesquisa. São

⁹ Entendida como a “Concepção dos autores” e indicada por “CA” para simplificar a escrita.

elas: 1^a) “Resolver problemas e situações-problema”; 2^a) “por meio do uso de modelos matemáticos prontos”; 3^a) “associados à realidade e ao interesse dos estudantes”; 4^a) “podendo ser utilizada para ilustrar e exemplificar os conteúdos matemáticos”; 5^a) “servir de incentivo à reflexão acerca deles.”. Assim, ao comparar a caracterização da ApM, tomada como “Concepção dos professores” (CP), com essa definição (CA), percebe-se aproximações evidentes. A tabela a seguir (Tabela 7) evidencia essa relação:

Tabela 7.

Relação entre a CA e a CP acerca da ApM (autores)

| Concepção dos autores (CA) | Concepção dos professores (CP) |
|--|--|
| 1 ^a) “Resolver problemas e situações-problema” | C6 - Abordagem que possibilita a resolução de problemas oriundos de situações da realidade ou do cotidiano dos estudantes C3 - Etapa do processo de Modelagem Matemática |
| 2 ^a) “por meio do uso de modelos matemáticos prontos” | C4 - Abordagem que se utiliza de modelos matemáticos prontos |
| 3 ^a) “associados à realidade e ao interesse dos estudantes” | C1 - Abordagem que se utiliza da linguagem matemática para aplicar e aprofundar os conceitos e conteúdos estudados C2 - Abordagem que pode ser aplicada em diversas situações e áreas de conhecimento e promove a Interdisciplinaridade |
| 4 ^a) “podendo ser utilizada para ilustrar e exemplificar os conteúdos matemáticos” | C1 - Abordagem que se utiliza da linguagem matemática para aplicar e aprofundar os conceitos e conteúdos estudados C4 - Abordagem que se utiliza de modelos matemáticos prontos |
| 5 ^a) “servir de incentivo à reflexão acerca deles.” | C1 - Abordagem que se utiliza da linguagem matemática para aplicar e aprofundar os conceitos e conteúdos estudados C5 - Estratégia alternativa que pode facilitar os processos de ensino e aprendizagem da Matemática |

A 1^a parte da CA, “Resolver problemas e situações-problema”, é percebida como um ponto central de convergência entre as duas concepções, embora na CA fique explícita a direção “Matemática → Realidade” no tratamento dos problemas, na CP (C6), esse direcionamento é variado, sendo, às vezes, sinalizado na direção “Matemática → Realidade” (P22; P28; P40; P44; P47; P49; P56; etc.) e outras vezes, na direção oposta “Realidade → Matemática” (P2;

P7; P10; P14; P17; P29; P32; P48; P57; etc.). Mesmo de modo implícito, essa perspectiva da CA também se aproxima da categoria emergente C3, a qual aponta a ApM como parte ou advinda de um processo de Modelagem.

A 2ª parte da CA, “por meio do uso de modelos matemáticos prontos”, está diretamente relacionada à categoria emergente C4, que aponta a ApM como uma abordagem que faz uso de modelos matemáticos prontos para ensinar os conteúdos matemáticos, e pode ser utilizada como atividade introdutória ou preliminar à *Modelação* (Biembengut, 2016).

A 3ª parte da CA, “associados à realidade e interesse dos estudantes”, pode ser percebida tanto na categoria emergente C1, especialmente nas unidades “Interpretando e simplificando os problemas da realidade” e “Aplicando os conceitos e conteúdos matemáticos na prática, contextualizando-os e dando significado”, como na categoria C2, onde a ApM é caracterizada como abordagem que relaciona a Matemática com as situações do cotidiano dos estudantes e com outras áreas do conhecimento, configurando-se como fator essencial para estabelecer a interdisciplinaridade no contexto escolar. Além dessas, a categoria C6 tem proximidade com essa parte da CA, principalmente as unidades que apontam a ApM como possibilidade de estudo e interação dos estudantes com as situações-problema de seu cotidiano.

O papel de “ilustrar e exemplificar os conteúdos matemáticos”, 4ª parte da CA da ApM, pode ser percebido na categoria C4, dentro da unidade de significado “Fazendo uso de modelos prontos para exemplificar uma situação da realidade”. Além disso, na categoria C1, as unidades de significados “Encontrado no livro didático” e “Aprofundando o conhecimento matemático” também sinalizam para essa perspectiva.

Por fim, a 5ª parte da CA, “proporcionar reflexão acerca dos conteúdos matemáticos”, pode ser percebida nas categorias C1 e C5. Na categoria C1, essa *reflexão* pode ser notada nas unidades que tratam da discussão, interpretação, contextualização e significação dos conceitos e conteúdos matemáticos. Já na categoria C5, a ideia de *reflexão* aparece na unidade que aponta

a ApM como estratégia alternativa que possibilita o desenvolvimento da capacidade de criar e pensar logicamente dos estudantes.

Considerações finais

No contexto geral das Aplicações, voltada ao ensino de Matemática, identificam-se basicamente dois modos estratégicos para se trabalhar com modelos matemáticos em sala de aula (Soares, 2012; Soares & Javaroni, 2013). Uma, é a utilização de modelos prontos para ilustrar ou exemplificar o conteúdo já abordado. A outra, é o uso de modelos prontos em uma perspectiva mais reflexiva, inclusive para trabalhar um novo conteúdo.

A primeira estratégia se encaixa na abordagem de *aplicação* (de modelos), que parte de dentro da própria Matemática, utiliza suas “ferramentas”, os modelos prontos para lidar com as situações-problema, com a realidade. Já a segunda estratégia, apesar de fazer uso de modelos prontos, pode transcender o simples papel ilustrativo deles, e ganha um peso mais reflexivo, se aproximando muito mais da *Modelagem*, pois essa parte das situações-problema, da realidade dos estudantes, de fora da Matemática, e se utiliza dela para chegar aos modelos a fim de resolver os problemas (Bassanezi, 2002; Niss, Blum & Galbraith, 2007).

No presente artigo, buscou-se formalizar uma perspectiva para a ApM como estratégia de ensino de Matemática na Educação Básica. O resultado da investigação aponta que a ApM, não só tem potencial como alternativa metodológica para esse ensino, mas pode incentivar o uso de outros métodos de ensino mais inovadores, como a Resolução de Problemas e a Modelagem.

Uma síntese, portanto, que se pode inferir acerca da ApM é que, além de poder caracterizar-se como uma estratégia de ensino que faz uso de modelos matemáticos prontos ou advindos de algum projeto de Modelagem já realizado, potencializa uma conexão da Matemática escolar com a realidade dos estudantes. Somado a isso, percebe-se que sua prática em sala de aula pode incentivar o professor na elaboração de atividades voltadas à resolução

de problemas, bem como a desenvolver seus primeiros trabalhos com Modelagem, possibilitando, assim, uma evolução no uso de modelos matemáticos no contexto escolar.

Referências

- Allevato, N. S. G., & Onuchic, L. R. (2014). Ensino-Aprendizagem-Avaliação de Matemática: por que através da Resolução de Problemas? In: L. R. Onuchic, N. S. G. Allevato, F. C. H. Noguti & A. M. Justulin (orgs.), *Resolução de Problemas: Teoria e Prática* (pp. 35-52). Jundiaí: Paco Editorial.
- Barbosa, J. C. (2007). A prática dos alunos no ambiente de Modelagem Matemática: o esboço de um framework. In: J. C. Barbosa, A. D. Caldeira & J. L. Araújo (orgs.), *Modelagem Matemática na Educação Matemática Brasileira: pesquisas e práticas educacionais* (pp.161-174). Recife: SBEM.
- Barbosa, J. C. (2003). Modelagem Matemática e a perspectiva sociocrítica. *Anais do 2º Seminário Internacional de Pesquisa em Educação Matemática* (pp.1-13). São Paulo: SBEM. CD-ROM.
- Barbosa, J. C. (2001). *Modelagem Matemática: concepções e experiências de futuros professores* [Tese de Doutorado em Educação Matemática, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho].
- Bassanezi, R. C. (2002). Ensino-aprendizagem com modelagem matemática: uma nova estratégia. São Paulo: Contexto.
- Bassanezi, R. C. (1999). Modelagem Matemática uma disciplina emergente nos programas de formação de professores. *Biomatemática*, 1 (9), (pp.9-22).
- Bassanezi, R. C. (2015). *Modelagem Matemática: teoria e prática*. São Paulo: Contexto.
- Biembengut, M. S. (2014). *Modelagem matemática no ensino fundamental*. Blumenau: Edifurb.
- Biembengut, M. S. (2016). *Modelagem na Educação Matemática e na Ciência*. São Paulo: Editora Livraria da Física.
- Brasil (2018). *Base Nacional Comum Curricular - BNCC*. Ministério da Educação e Cultura. Brasília, DF.
- Brasil (2013). *Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais da Educação Básica*. Ministério da Educação e Cultura. Brasília, DF.
- Brasil (2006). *Orientações Curriculares do Ensino Médio (Volume 2): Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias*. Ministério da Educação e Cultura. Brasília, DF.
- Brasil (2000). *Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio*. Ministério da Educação e Cultura. Brasília, DF.
- Brasil (1998). *Parâmetros Curriculares Nacionais: Matemática 3º e 4º ciclos*. Ministério da Educação e Cultura. Brasília, DF.
- Burak, D. (1992). *Modelagem Matemática: ações e interações no processo de ensino-aprendizagem*. [Tese de Doutorado em Educação, Universidade Estadual de Campinas].

- Carreira, S. (1998). Significado e aprendizagem da Matemática: dos problemas de aplicação à produção de metáforas conceituais. Lisboa: Associação de Professores de Matemática.
- D'Ambrósio, U. (2012). *Educação Matemática: da teoria à prática*. Campinas: Papirus.
- Dante, L. R. (2011). *Formulação e resolução de problemas de matemática: teoria e prática*. São Paulo: Ática.
- Fiorentini, D. & Lorenzato, S. (2012). *Investigação em educação matemática: percursos teóricos e metodológicos*. Campinas: Autores Associados.
- Moraes, R. & Galiazzi, M. C. (2014). *Análise textual discursiva*. Ijuí: Uniuji.
- Niss, M., Blum, W. & Galbraith, P. (2007). Introduction. In: W. Blum, P. Galbraith, H. W. Henn & M. Niss (eds.), *Modelling and Applications in Mathematics Education. The 14th ICMI Study* (pp.3-32). New York: Springer.
- Skovsmose, O. (2000). Cenários para investigação. *Boletim de Educação Matemática*, 13(14), 66–91.
- Soares, D. S. (2012). *Uma abordagem pedagógica baseada na Análise de Modelos para alunos de Biologia: qual o papel do software?* [Tese de Doutorado em Educação Matemática, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho].
- Soares, D. S. & Javaroni, S. L. (2013). Análise de Modelos: possibilidades de trabalho com Modelos Matemáticos em sala de aula. In: M. C. Borba & A. Chiara (orgs.) *Tecnologias Digitais e Educação Matemática* (pp. 195-219). São Paulo: Editora Livraria da Física.

Recebido em: 16/11/2019

Aprovado em: 23/04/2020