

# Uma Proposta de Avaliação de Aprendizagem em Atividades de Modelagem Matemática na Sala de Aula

Denise Fabiana Figueiredo  
Lilian Akemi Kato

## RESUMO

As argumentações favoráveis quanto ao uso da Modelagem Matemática no ensino têm sido amplamente reforçadas pelos diversos relatos de professores e pesquisadores, em eventos científicos ou outros meios de divulgação, apontando resultados positivos alcançados quanto à formação da cidadania, o desenvolvimento do raciocínio e o estímulo à investigação crítica. Tais discussões também suscitam o debate acerca das dificuldades enfrentadas por professores, na sua prática pedagógica, dentre as quais destacamos, nesse trabalho, a avaliação da aprendizagem do aluno numa atividade de Modelagem Matemática. Esta inquietação norteia a questão central desta pesquisa que objetivou a elaboração de parâmetros para a avaliação da aprendizagem significativa do aluno em uma atividade de Modelagem Matemática na sala de aula. Este artigo é um ensaio teórico sustentado pelas pesquisas que realizamos sobre o nosso foco de estudo, buscando explorar um assunto ainda pouco investigado na literatura específica. Ao final, apresentamos um exemplo de utilização dos parâmetros construídos em uma atividade de Modelagem Matemática realizada na sala de aula.

**Palavras-chave:** Avaliação. Aprendizagem significativa. Atividade de Modelagem Matemática.

## A Proposal for Evaluation of Learning in Mathematical Modeling Activities in the Classroom

## ABSTRACT

The favorable arguments to the use of Mathematical Modeling in education have been largely reinforced by several reports of teachers and researchers in scientific events or other means of dissemination, indicating the positive results achieved, besides promoting an education that favors the formation of citizenship, the development of thought and the encouragement of critical inquiry. These discussions also raise the debate about the difficulties faced by teachers in their teaching, which are highlighted in this work, issues related to different forms of evaluation of student's learning in a Mathematical Modeling activity. This concern guides the central issue of

---

**Denise Fabiana Figueiredo** é Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência e a Matemática da Universidade Estadual de Maringá – UEM. Endereço para correspondência: Av. Colombo 5790, Jd. Universitário, Maringá-PR, 87020-900. E-mail: denise-fab@hotmail.com

**Lilian Akemi Kato** é Doutora em Matemática Aplicada, Professora Adjunta do Departamento de Matemática Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência e a Matemática da Universidade Estadual de Maringá – UEM. Endereço para correspondência: Av. Colombo 5790, Jd. Universitário, Maringá-PR, 87020-900. E-mail: lilianakato@hotmail.com

this research focused in the development of parameters for the evaluation of meaningful learning of the student in activities of mathematical modeling in the classroom. This article is a theoretical essay supported by the investigation we have conducted about the mainstream of study, seeking to explore a subject which has not been investigated so widely yet in specific literature. At the end, we present an example showing the usage of parameters built in a Mathematical Modeling activity performed in the classroom.

**Keywords:** Evaluation. Meaningful learning. Mathematical Modeling activity.

## INTRODUÇÃO

Dentre os objetivos do ensino da matemática, em todos os níveis de escolarização, destaca-se o de capacitar os alunos à compreensão da realidade em que vive, por meio dos diversos mecanismos conceituais da Matemática como, por exemplo, o raciocínio e a resolução de problemas.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) para o Ensino Médio (BRASIL, 1999), recomendam que a matemática tenha um valor formativo, que ajude a estruturar o pensamento dedutivo, e ainda, deve desempenhar um papel instrumental, visto que é uma ferramenta para a compreensão das diversas situações-problema do cotidiano e, também, favorecer a formação de opiniões que expressem autonomia e cooperação na sociedade.

Os reflexos dessas recomendações, na sala de aula da educação básica, manifestam-se por meio de diversas ações que privilegiam um ensino de matemática diferenciado daquele centrado na reprodução de conhecimentos. Esses reflexos são resultados, possivelmente, dos avanços nas pesquisas no campo da Educação, particularmente, acerca das contribuições das Tendências em Educação Matemática que propõem diferentes perspectivas metodológicas das quais o professor pode lançar mão em prol dos seus objetivos de ensino.

A Modelagem Matemática, uma dessas tendências, aqui entendida como um processo de pensar matematicamente sobre questões das diversas Ciências, destaca-se por suas características interdisciplinares, artísticas ou históricas (NEGRELLI, 2008), e que, ao exigir uma nova postura dos educadores e educandos nos processos de ensino e aprendizagem de matemática, permite um processo educacional coerente com o perfil sociocultural que requer a formação de alunos críticos e reflexivos.

Vários autores como Blum (2002), Kaiser et al. (2007), Bassanezi (2004), Biembengut e Hein (2000), entre outros, defendem a inclusão de atividades de Modelagem Matemática no currículo escolar, destacando o desenvolvimento de atitudes críticas, criativas e investigativas e o favorecimento da interdisciplinaridade, motivando os alunos a fazerem uso dos seus conhecimentos matemáticos em problemas de outras áreas da realidade.

No contexto da Modelagem Matemática, a aprendizagem do aluno não se resume em acumular, memorizar, reproduzir ou aplicar o que é ensinado. A aprendizagem é tida como transformadora com ênfase no aprender, no sentido de compreender, ultrapassando o simples

cumprimento das tarefas escolares. Para tanto, não basta aprender, é necessário aprender com significado, o que nos remete ao estudo da Teoria da Aprendizagem Significativa.

Trata-se de uma teoria psicológica e cognitiva de aprendizagem, proposta por David Ausubel, para explicar os mecanismos por meio dos quais ocorrem a aquisição, a assimilação e a retenção dos grandes corpos de significados do conhecimento escolar.

O uso da Modelagem Matemática, no favorecimento da aprendizagem significativa, não é algo novo na literatura, visto que diversos trabalhos abordam possíveis relações entre a Modelagem Matemática e a aprendizagem significativa como, por exemplo, os trabalhos de Borssoi (2004), Venâncio (2010), Barbieri e Burak (2005) e Fontanini (2007).

No entanto, a prática da Modelagem Matemática na sala de aula ainda é pouco atuante, possivelmente, pelas diversas dificuldades que o professor se depara em relação ao uso dessa tendência no ambiente escolar. Dentre estas dificuldades, a organização da escola, as imposições do currículo, os programas das disciplinas, a carga horária e a insegurança do professor em relação ao conteúdo matemático, são alguns dos exemplos apontados por Vertuan (2011) e Bisognin (2011).

Aliado a isso, as limitações impostas pela escola e pelo próprio currículo escolar obrigam o professor a apresentar um quadro avaliativo da aprendizagem de seus alunos durante suas aulas. Nesse sentido, a carência de um instrumento avaliativo da aprendizagem dos alunos, que seja condizente com as características próprias da atividade de Modelagem Matemática, constitui-se um dos principais fatores de dúvida ou receio do uso dessa tendência na sala de aula.

Esta inquietação norteia a questão central desta pesquisa que pretende elaborar parâmetros para a avaliação da aprendizagem significativa do aluno em uma atividade de Modelagem Matemática na sala de aula.

As maneiras de avaliar a aprendizagem do aluno, em atividades de Modelagem Matemática, ainda são pouco discutidas na literatura, do mesmo modo, poucos trabalhos tratam da avaliação da atividade de Modelagem Matemática em si, quanto a sua condução ou sucesso. Na literatura encontramos apenas um artigo dos autores Borba, Meneghetti e Hermini (1999) que propõem critérios para a avaliação da atividade de Modelagem Matemática.

Neste artigo, os autores descrevem uma atividade de Modelagem Matemática, desenvolvida com alunos do curso de Ciências Biológicas que, segundo os autores, “não deu certo”. Para justificar tal afirmação, os autores destacaram os principais critérios que atestam a avaliação negativa do sucesso da atividade desenvolvida. Os cinco critérios para a avaliação de uma atividade de Modelagem Matemática, segundo Borba, Meneghetti e Hermini (1999) serão denominados, neste trabalho, por C1, C2, C3, C4 e C5. Segundo estes autores a atividade “não deu certo” porque:

C1 – o grupo de alunos não relaciona a matemática já estudada fora do curso com o problema que escolheu para investigar, mesmo quando a ligação é sugerida pelo professor ou por colegas. Neste caso, Matemática e o tema por eles escolhidos se apresentam de forma desconexa, com uma relação apenas superficial;

C2 – o grupo de alunos não associa os conceitos desenvolvidos durante o curso com o tema eleito por eles para ser investigado no início da disciplina (este critério é válido quando o conceito matemático é pertinente ao tema estudado pelo grupo);

C3 – o grupo de alunos não consegue, a partir do seu projeto, desenvolver ou tornar mais específicos os conceitos matemáticos ou de outra natureza que estejam relacionados com o tema de pesquisa deles;

C4 – o professor não consegue detectar a tempo que, por algum motivo, o trabalho desenvolvido pelo grupo está deficiente;

C5 – o professor, enquanto liderança, se mostra incapaz de propor rumos para um trabalho que se revelou deficiente para ele, posteriormente.

A partir desses critérios, buscaram-se os elementos mínimos para a elaboração dos parâmetros para a avaliação da aprendizagem significativa do aluno em uma atividade de Modelagem Matemática na sala de aula.

## **A MODELAGEM MATEMÁTICA NA SALA DE AULA**

Atualmente, as pesquisas que envolvem atividades de Modelagem Matemática, na sala de aula, têm aumentado de forma gradativa, o que pode ser constatado pelo número de trabalhos submetidos nos eventos específicos sobre Modelagem na Educação Matemática como, por exemplo, a Conferência Nacional sobre Modelagem na Educação Matemática, realizada desde 1999, e ainda, pela quantidade relevante de teses, dissertações e artigos científicos sobre o assunto.

Blum (1995) apresenta cinco argumentos para defender a inclusão de atividades de Modelagem Matemática na sala de aula, a saber: o desenvolvimento de atitudes críticas, explorativas e criativas por parte do aluno, a formação do cidadão, a percepção da matemática como um instrumento para resolver problemas reais, a compreensão de conceitos matemáticos, e a facilitação da aprendizagem.

Essas argumentações mediam os objetivos da atividade de Modelagem Matemática na sala de aula, desenvolvidas por professores e pesquisadores, contribuindo para a consolidação desta tendência no âmbito das pesquisas acerca do ensino da matemática.

Tais pesquisas também abordam as discussões em relação aos obstáculos da inserção da Modelagem Matemática no ambiente escolar, segundo Bisognin (2011):

Estas dificuldades podem estar relacionadas à organização da escola; ao currículo; aos programas das disciplinas; ao livro didático; à carga horária do professor diante dos alunos; à insegurança do professor e ao conteúdo matemático. Outra dificuldade diz respeito ao ensino e aprendizagem da Matemática e ao papel do professor e dos alunos. Estas dificuldades são intrínsecas ao processo de modelagem na sala de aula e a exploração da Matemática envolvida nesse processo. (BISOGNIN, 2011, p.1)

Entendemos que obstáculos dessa natureza põem em dúvida, por parte do professor, a viabilidade de utilizar a Modelagem Matemática na sala de aula e, somado a estes destacamos ainda, questionamentos referentes a como avaliar a aprendizagem do aluno quando se utiliza essa tendência no contexto escolar.

Logo, o foco de estudo desse trabalho é investigar possíveis parâmetros para a avaliação da aprendizagem significativa do aluno em atividades de Modelagem Matemática na sala de aula. Ele preenche uma lacuna na Educação Matemática no que se refere às pesquisas sobre essa tendência, pois não existem na literatura muitos estudos sobre a avaliação da aprendizagem dos alunos, durante tais atividades.

Além disso, esse estudo poderá auxiliar na inclusão da Modelagem Matemática na sala de aula, por também atender a exigência do currículo do Ensino Básico, que é a avaliação das atividades realizadas pelos alunos.

## **APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA E MODELAGEM MATEMÁTICA**

A aprendizagem significativa é o conceito central da teoria de Ausubel (1968) e foi aprofundada pelo próprio Ausubel, Novak e Hanesian (1980), que envolve a aquisição de novos significados, pressupondo a existência de conceitos e proposições relevantes na estrutura cognitiva, uma predisposição para aprender e uma tarefa de aprendizagem potencialmente significativa (MOREIRA, 2001).

Segundo Ausubel, a aprendizagem significativa ocorre quando uma nova informação relaciona-se de maneira substantiva (não literal) e não arbitrária, a ideias, a conceitos e a proposições relevantes, já estabelecidos e disponíveis na estrutura cognitiva de quem aprende.

Uma das principais características dessa teoria é levar em consideração o que o aluno já sabe, isto é, os conhecimentos prévios que o indivíduo possui em sua estrutura cognitiva. Esta estrutura constitui-se da organização dos conteúdos, ideias, conceitos e proposições relevantes para a aprendizagem de um novo conteúdo.

A pré-disposição para aprender, por parte do aluno, é algo que, segundo Ausubel, é vital para que ocorra a aprendizagem significativa. Além disso, o conteúdo deve ser compreendido pelos alunos e não somente memorizado e para que isso ocorra é necessário que haja uma organização conceitual dele, e não apenas uma lista arbitrária a ser apresentada aos sujeitos, ou seja, devem estabelecer uma conexão lógica com os conhecimentos prévios existentes na estrutura cognitiva do aprendiz.

Todo o material a ser usado para ensinar deve ter um potencial significativo para o aprendiz, que possa ser relacionado, de forma substantiva e não arbitrária, a ideias correspondentemente relevantes que se situem no domínio da capacidade humana de aprender. O material pode ser figuras, gravuras, simulações, textos, exemplos, materiais manipuláveis e, até mesmo, a aula expositiva (MOREIRA, 2001, p.23).

Ausubel (1980) salienta que aprender com significado não implica simplesmente na absorção de novas informações, tanto a nova informação quanto os conhecimentos prévios são modificados por meio da interação entre os dois. O resultado dessa interação é um novo conhecimento, que servirá de conhecimento prévio para outra nova informação e assim sucessivamente.

A crescente demanda de pesquisas que apontam as contribuições da Modelagem Matemática para a atribuição de significado aos conceitos matemáticos (BORSSOI, 2004; BARBIERI; BURAK, 2005; FONTANINI, 2007; VENÂNCIO, 2011), nos permitem identificar relações e aproximações entre a Modelagem Matemática e a aprendizagem significativa.

Atividades de Modelagem Matemática, geralmente, envolvem informações que pertencem a outras áreas do conhecimento e que extrapolam os aspectos referentes aos conteúdos matemáticos solicitados, isto é, a aprendizagem não é apenas sobre o conteúdo matemático envolvido, mas também de toda a problemática referente ao tema da atividade.

Segundo Ausubel, Novak e Hanesian, (1980), a aprendizagem significativa implica em um processo de interação entre uma nova informação e os conhecimentos prévios, de forma que ambos se modifiquem. Na Modelagem Matemática, para os alunos resolverem os problemas, é necessário que conceitos já aprendidos sejam retomados, permitindo que o aluno faça uma recontextualização dos mesmos, fortalecendo-os, ou seja, a retomada de conceitos já aprendidos que a Modelagem Matemática propicia e incentiva, cria condições que podem favorecer a modificação dos conhecimentos prévios (FONTANINI, 2007).

Ausubel (1980) afirma que a maioria dos materiais usados em sala de aula possui potencial significativo, pois os conteúdos ministrados possuem uma sequência lógica.

A discussão apresentada fundamenta a questão do favorecimento da aprendizagem significativa por meio de atividades de Modelagem Matemática, de maneira que podemos afirmar que estas atividades almejam mais do que a memorização elas almejam que o aluno adquira ferramentas importantes para construir o seu próprio saber.

## **PERCURSO METODOLÓGICO DA PESQUISA: CONSTRUINDO CRITÉRIOS PARA AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA EM ATIVIDADES DE MODELAGEM MATEMÁTICA NA SALA DE AULA**

A carência, na literatura, de pesquisas que abordam a avaliação de atividades de Modelagem Matemática e, principalmente da aprendizagem do aluno nestas, nos impulsionou na busca por referências que pudessem nortear caminhos que nos conduzissem a elaborar parâmetros para a avaliação da aprendizagem significativa do aluno em atividades de Modelagem Matemática na sala de aula.

O trabalho de Borba, Meneghetti e Hermini (1999), propõem cinco critérios para a avaliação de uma atividade de Modelagem Matemática na sala de aula, que descrevem

atitudes do professor e do aluno que podem servir como indicadores para avaliar se a atividade desenvolvida obteve sucesso. Dentre esses, embrenhamos nossos estudos nos critérios C1, C2 e C3 que tratam especificamente do desempenho dos alunos na atividade.

Consideramos que estes três critérios abordam os possíveis comportamentos dos alunos, portanto eles podem determinar se os objetivos definidos, inicialmente, foram atingidos.

A escolha pela teoria de Ausubel deve-se também às orientações, quanto ao aprender matemática com significado, indicadas nos documentos oficiais da Educação Básica, como os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) e às pesquisas que abordam relações entre a Modelagem Matemática e a aprendizagem significativa, como as descritas em Venâncio (2010), Borssoi (2004), Barbieri e Burak (2005) e Fontanini (2007).

Segundo a análise desses três critérios, com vistas à aprendizagem significativa, pretendemos estabelecer possíveis mecanismos por meio dos quais a avaliação da aprendizagem do aluno, em atividades de Modelagem Matemática realizadas na sala de aula, possa ser desenvolvida pelo professor. A elaboração destes mecanismos leva em consideração vários elementos constituintes do processo de aprendizagem, que aparecem de forma explícita ou implícita na condução da atividade e, portanto, tem caráter norteador e não padronizador e, dessa forma, serão denominados por **parâmetros de avaliação**.

Dessa forma, este trabalho constitui-se num ensaio teórico, no sentido de explorar um assunto ainda pouco investigado na literatura específica, no entanto, sem dispensar o rigor lógico e argumentativo decorrente das pesquisas que realizamos sobre o nosso foco de estudo, bem como das práticas relatadas sobre a Modelagem no contexto da Educação Matemática.

Segundo Severino (2007, p.206) um ensaio teórico consiste em uma “exposição lógica e reflexiva e em argumentação rigorosa com alto nível de interpretação e julgamento pessoal”. No ensaio há maior liberdade por parte do autor no sentido de defender determinada posição.

Em síntese, este trabalho apresenta um estudo teórico, acerca da possibilidade para avaliação da aprendizagem significativa do aluno em atividades de Modelagem Matemática buscando contribuir para a inclusão desta prática na sala de aula.

Iniciamos nossa análise a partir do critério C1 de Borba, Meneghetti e Hermini (1999), que versa sobre as relações que os alunos estabelecem entre os conteúdos matemáticos e as questões do cotidiano, numa atividade de Modelagem Matemática. Este compreende a importância de proporcionar ao aluno a experiência de olhar uma determinada situação, do seu conhecimento, por meio dos recursos oferecidos pela Matemática como, gráficos, funções, etc., favorecendo a compreensão do significado dos conceitos matemáticos.

Esta visão é coerente com a concepção de Bassanezi (2002), em que 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”.

Nesse sentido, a Modelagem Matemática proporciona a atribuição de significado, por parte do aluno, aos conceitos matemáticos, motivando e facilitando a aprendizagem. Portanto, o critério C1 implica no favorecimento da aprendizagem significativa. Para Ausubel (1963, p.58), a aprendizagem significativa é o mecanismo humano, por excelência, para adquirir e armazenar a vasta quantidade de ideias e informações representadas em qualquer campo de conhecimento.

Segundo Venâncio (2010, p.114), “o ambiente de aprendizagem<sup>1</sup> gerado pela modelagem apresenta características que satisfazem as condições para a ocorrência da aprendizagem significativa”, pois desperta a curiosidade do aluno, favorecendo a intencionalidade em aprender e permite explorar os materiais utilizados em busca de uma solução à situação proposta.

Uma das principais características da teoria da aprendizagem significativa é levar em consideração o que o aluno já sabe, isto é, os conhecimentos prévios que o indivíduo possui em sua estrutura cognitiva. Esta estrutura constitui-se da organização dos conteúdos, ideias, conceitos e proposições relevantes para a aprendizagem de um novo conteúdo.

É nesse cenário que o critério C1 atua. Na importância de atribuir significado aos conteúdos que estão sendo estudados, que é a matemática já estudada, relacionando esses conteúdos a problemas com referência na realidade, ou mais especificamente no problema que escolheu para investigar.

Segundo Ausubel (2003, p.2), “os conceitos constituem os alicerces para a aprendizagem, tanto a mecânica<sup>2</sup> quanto a significativa”. Os conceitos aprendidos, pelos alunos, significativamente, tornam-se diferenciados podendo ser usados em situações diversas para realizar novas tarefas ou enfrentar novos desafios.

Para atribuir significado a um dado conceito, Ausubel (2003) descreve que a formação dos conceitos se dá por meio de experiências pessoais, formulação de hipóteses e testes, que são características intrínsecas do pensamento criativo.

Segundo Pereira (2008), a criatividade permite mobilizar, de diferentes maneiras, o conhecimento adquirido. Logo, quando se propicia a aprendizagem significativa, destacam-se ações que indicam o desenvolvimento da criatividade, pelos alunos, tais como: habilidade de perceber problemas a partir de uma situação proposta, formular modelos que possam resolver esses problemas e testá-los. Desse modo, as relações entre a aprendizagem significativa de conceitos matemáticos e a criatividade estão, implicitamente, presentes no critério C1.

Pereira (2008), em sua dissertação de mestrado, apresenta um estudo sobre alguns aspectos, presentes nas atividades de Modelagem Matemática, que contribuem para o desenvolvimento da criatividade.

<sup>1</sup> Segundo Barbosa (2001, p.6), a Modelagem pode ser concebida como “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.”, para o autor o termo “ambiente” se refere a um lugar ou espaço que cerca, envolve.

<sup>2</sup> Aprendizagem Mecânica, também denominada aprendizagem automática ou de simples memorização, que, segundo David Ausubel, é concebida como aprendizagem de novas informações com pouca ou nenhuma associação a conceitos relevantes existentes na estrutura cognitiva.

Dentre os aspectos citados por Pereira (2008), salientamos a organização dos alunos em grupos, que estimula a colaboração, a autonomia e a tomada de decisões; e, o processo de estabelecimento de relações entre a matemática e as situações propostas que é favorecido pelo estímulo da curiosidade dos alunos, com assuntos que são interessantes para eles. As características do pensamento criativo presentes nesse processo são a fluência, a originalidade e a complexidade.

Concluimos, então, que para avaliar a aprendizagem significativa do aluno as características do pensamento criativo são fatores importantes nesse processo e devem ser observados nessa avaliação. Assim, propomos o primeiro Parâmetro para avaliação da aprendizagem do aluno em uma atividade de Modelagem Matemática na sala de aula:

***Parâmetro 1:*** O aluno, ao se deparar com uma situação nova, deve ser capaz de criar relações entre as características do desconhecido (novo) e aquilo que ele já sabe, ***essas relações podem ser observadas por meio de elementos do pensamento criativo, tais como, fluência, originalidade e complexidade.***

O foco desse Parâmetro encontra-se nas relações que os alunos estabelecem entre o que eles já sabem e a nova situação, mesmo que essas relações ainda não estejam formalizadas, que podem ser detectadas por meio do material escrito dos alunos, desde que o professor solicite que eles escrevam suas ideias, pela observação do professor em sala de aula e também por meio de questionários posteriores à atividade, preparados pelo professor para esse propósito.

O critério C2, proposto por Borba, Meneghetti e Hermini (1999), aponta para a necessidade de avaliar a construção do conhecimento, em uma atividade de Modelagem Matemática, como um processo dinâmico no qual o aluno torna-se o agente dessa construção ao vivenciar situações, estabelecer conexões com o seu conhecimento prévio, perceber sentidos e construir significados.

Considera-se que a matemática, tradicionalmente, foi concebida como uma ciência rigorosa, formal, abstrata, em que o conhecimento é cumulativo e a necessidade de se compreender novos conceitos se justifica pela sequência dos conteúdos e seu ensino tem sido construído nesses alicerces, estando fundamentado na reprodução do conhecimento, em que o ensino é baseado na memorização e tem o professor como detentor do conhecimento, restando ao aluno um papel passivo.

Esse modelo de ensino é questionado na medida em que o fato do aluno reproduzir corretamente o conteúdo ministrado na aula pode garantir seu aprendizado, sem considerar a compreensão significativa destes conteúdos. Essa característica do ensino tradicional é notada claramente nas avaliações somativas que, geralmente, tem por objetivo avaliar os alunos no final de um período visando uma classificação ou nota. Segundo Canen (2009),

A avaliação está longe de se limitar a uma questão meramente técnica. Ela envolve sentimentos, autoestima, filosofia de vida, posicionamento político. [...] a avaliação da aprendizagem não pode ser separada do processo de ensino-aprendizagem promovido pelo professor. (CANEN, 2009, p.43)

De acordo com Canen (2009), a avaliação da aprendizagem não deve ser confundida com controle, classificação ou punição dos alunos. Esta é uma ferramenta que o professor deve utilizar para promover a aprendizagem. Dessa forma, aprimoramentos feitos na avaliação da aprendizagem refletirão em melhorias no desempenho dos alunos.

Neste contexto, ao promovermos o favorecimento da aprendizagem significativa, por meio de atividades de Modelagem Matemática, devemos também nos preocupar com os métodos e objetivos da avaliação dessa aprendizagem.

A aprendizagem significativa pressupõe a realização das possíveis interações entre o conhecimento existente e o novo, aqui indicado como sendo o problema a ser trabalhado. Nesse sentido, os alunos devem associar os conceitos desenvolvidos durante as explicações do professor, ou os conceitos já vistos por eles, com o tema a ser investigado.

A avaliação da aprendizagem desses conhecimentos deve extrapolar o desenvolvimento da atividade de Modelagem Matemática, pois a característica fundamental da aprendizagem significativa é que um novo conhecimento não deve se relacionar de forma aleatória à estrutura cognitiva, mas deve estabelecer relações com os conhecimentos prévios, como uma continuação, um detalhamento ou um refinamento dessas ideias iniciais.

Mais ainda, na aprendizagem significativa os novos conceitos devem ser incorporados de maneira não literal, ou seja, o aluno deve ser capaz de utilizar estes conceitos em diversas situações, diferentes daquela inicial em que estes foram apresentados.

No entanto, o aluno pode não ter consciência de que as respostas, desenvolvidas na atividade de Modelagem Matemática, poderão ser utilizadas em outras situações, ou seja, que ele construiu um conhecimento que pode ser utilizado em outras situações. O conhecimento produzido pelo aluno nessas atividades deve ser descontextualizado para que ele perceba o caráter universal desses conceitos. Segundo Brousseau (1996),

O trabalho do professor consiste, então, em propor ao aluno uma situação de aprendizagem para que elabore seus conhecimentos como uma resposta pessoal a uma pergunta, e os faça funcionar ou os modifique como resposta as exigências do meio e não a um desejo do professor. (BROUSSEAU, 1936, p.49)

Ainda, segundo o autor, o professor deve proporcionar aos alunos condições tanto para adquirir e desenvolver um conhecimento, quanto para desvinculá-lo do contexto em que está inserido tornando-o um conhecimento estável, significativo, que possa ser utilizado pelo aluno em outros momentos.

Desta maneira, para avaliar a aprendizagem significativa do domínio dos conceitos, que o aluno desenvolveu em atividade de Modelagem Matemática, o professor deve colocar questões claras que possibilitem ao estudante aplicar os conhecimentos anteriores para solucionar problemas novos.

A análise do critério C2, nesse contexto, aponta para a necessidade de avaliar o domínio de conteúdo do aluno, em relação aos conhecimentos abordados na atividade

de Modelagem Matemática, possibilitando também detectar indícios da ocorrência de aprendizagem significativa.

Tomando-se como referência as indicações do critério C2 que encaminham para a relevância de se avaliar a aprendizagem significativa dos conteúdos matemáticos desvinculando-os do contexto da Modelagem Matemática, propomos o segundo Parâmetro para avaliação da aprendizagem do aluno em uma atividade de Modelagem Matemática na sala de aula:

***Parâmetro 2:*** Após a atividade de modelagem matemática, *o aluno deve ser capaz de discernir o conceito matemático de sua aplicação nesse contexto. Mais ainda o aluno deve compreender que a utilização desse conteúdo extrapola aquele mobilizado na atividade.*

Para avaliar a aprendizagem significativa dos conceitos matemáticos, o professor precisa promover diferentes situações em que seja possível discerni-los por suas características intrínsecas. Assim, ao mesmo tempo em que o professor avalia o significado atribuído aos conceitos matemáticos, os alunos têm a oportunidade de formalizar esses conceitos e reconhecer que eles podem ser utilizados em outras situações.

Por último, o critério C3, proposto por Borba, Meneghetti e Hermeni (1999), avalia o encaminhamento da atividade de Modelagem Matemática, no sentido de proporcionar ao aluno analisar, explicar e tomar decisões sobre um problema, tornando o conceito matemático abordado mais específico possibilitando sua utilização em outras situações.

Esses apontamentos estão em consonância com as características da aprendizagem significativa quanto ao favorecimento da interação entre aspectos específicos e importantes da estrutura cognitiva do aluno fazendo com que as novas informações adquiram significado e se integrem à estrutura cognitiva contribuindo para a ampliação e a estabilidade dos conhecimentos prévios. Segundo Ausubel (1980):

É importante reconhecer que a aprendizagem significativa não significa que a nova informação forma uma espécie de elo simples com os elementos preexistente da estrutura cognitiva. [...] Na aprendizagem significativa, o processo de obtenção de informações produz uma modificação tanto na nova informação como no aspecto especificamente relevante da estrutura cognitiva com a qual a nova informação estabelece relações. (AUSUBEL, 1980, p.48)

Ausubel (1980) salienta que aprender com significado não implica simplesmente na absorção de novas informações, tanto a nova informação quando os conhecimentos prévios são modificados por meio da interação entre os dois. O resultado dessa interação é um novo conhecimento, que irá servir de conhecimento prévio para outra nova informação e assim sucessivamente.

O autor descreve, ainda, que deve ser dado foco para a explicitação de semelhanças, diferenças e contradições entre o conhecimento que o aluno já possui e a nova informação,

para que o estudante não deixe de estabelecer relações importantes entre estes, fazê-las erroneamente ou esquecê-las com o tempo. Esse processo é denominado por Ausubel de reconciliação integrativa que consiste, basicamente, no delineamento explícito das relações entre ideias, de assinalar semelhanças e diferenças relevantes entre elas e de reconciliar inconsistências reais ou aparentes.

Essas características se fazem presentes no critério C3 ao indicar que o aluno deve analisar, explicar um problema e tomar decisões sobre o mesmo. Para tanto, algumas ações (competências) são necessárias como coletar informações, formular hipóteses e testá-las, obter modelos e validá-los, para conduzir o aluno a utilizar o conhecimento adquirido além do contexto escolar e até mesmo desvinculado de conteúdos matemáticos.

Ainda, as atividades de Modelagem Matemática possibilitam aos alunos o desenvolvimento de habilidades e atitudes específicas denominadas de competências (HENNING; KEUNE, 2007; BLUM, 2002). Segundo esses autores, o desenvolvimento de competências ocorre durante todo o processo da Modelagem Matemática, incluindo também a atribuição de significado aos conteúdos matemáticos abordados. A atividade de Modelagem Matemática não torna o pensamento dos alunos uma ação técnica, pré-formatada, ao contrário, o aluno tem que adequar o conhecimento que já possui as novas situações que são propostas.

O envolvimento do aluno com a atividade é essencial para o desenvolvimento de competências, pois o aluno deve estar disposto e interessado em aprender, deve tomar para si a busca por uma solução, o que na teoria da aprendizagem significativa de Ausubel são condições primeiras para a ocorrência da aprendizagem significativa.

Na Modelagem Matemática, a competência compreende um conjunto de habilidades e atitudes que são importantes para o processo de modelar, juntamente com a voluntariedade do aluno em participar da atividade (HENNING; KEUNE, 2007, p.226).

A análise do critério C3, deste modo, nos remete às aproximações existentes entre a teoria da aprendizagem significativa e o desenvolvimento de competências em uma atividade de Modelagem Matemática. Baseando-nos nas características da atividade de Modelagem Matemática, que proporcionam ao aluno o desenvolvimento de competências, segundo Henning e Keune (2007), propomos o terceiro Parâmetro para avaliação da aprendizagem do aluno em uma atividade de Modelagem Matemática na sala de aula:

**Parâmetro 3:** O aluno deve perceber a atividade de Modelagem Matemática como parte da realidade, ***relacionar criticamente a matemática envolvida no problema proposto, perceber sua importância para a sociedade e, utilizando o trabalho realizado, pensar sobre a situação nos seus vários aspectos.***

Como analisado anteriormente, o desenvolvimento de competências em uma atividade de Modelagem Matemática está intimamente relacionado à ocorrência da aprendizagem significativa.

Observar o aluno durante a atividade de Modelagem Matemática é uma maneira eficaz de entender como o aluno age diante de uma nova situação, uma dúvida ou uma

dificuldade; além disso, o professor pode fazer questionamentos que orientem seu raciocínio, tanto durante como posteriormente à atividade, dando dicas e orientando-o na correção dos erros e dúvidas, favorecendo assim o desenvolvimento de competências.

## UMA ATIVIDADE DE MODELAGEM MATEMÁTICA NA SALA DE AULA

Como o objetivo de exemplificar a aplicabilidade dos Parâmetros construídos, desenvolvemos uma atividade de Modelagem Matemática com uma turma regular do 3º ano do Ensino Médio, em horário de aula concedido pelo professor da classe, em um colégio da rede pública do Estado do Paraná.

A atividade teve por objetivo avaliar a aprendizagem significativa, dos alunos, em relação ao conceito de função afim. Esta atividade foi desenvolvida segundo os elementos norteadores do “caso 1” descrito por Barbosa (2003), devido a inexperiência dos alunos com a Modelagem Matemática e a limitação do tempo disponível.

Utilizando o tema “Cigarro”, os alunos utilizaram um texto<sup>3</sup> sobre a origem, o comércio e os malefícios à saúde do tabaco e, assistiram um vídeo<sup>4</sup> sobre uma experiência que mostrava o que apenas um cigarro pode causar no nosso organismo. Após a discussão, eles escreveram suas opiniões sobre o consumo de cigarros, deixando evidente suas posições contrárias ao hábito de fumar e, até mesmo, de ficarem próximos de pessoas que fumam.

A Tabela 1, retirada de Shryock (1976, p.53), apresenta a expectativa de vida de dois grupos de indivíduos: os que fumam e os que não fumam.

TABELA 1 – Expectativa de vida em função do início do vício.

| Idade do início do consumo de cigarros | Expectativa de vida de não fumantes | Expectativa de vida de fumantes 1 maço/dia |
|--|-------------------------------------|--|
| 65                                     | 79,1                                | 76,2                                       |
| 60                                     | 77,6                                | 74,1                                       |
| 55                                     | 76,4                                | 72,4                                       |
| 50                                     | 75,6                                | 71   |
| 45                                     | 75                                  | 70   |
| 40                                     | 74,5                                | 69,3                                       |
| 35                                     | 74,2                                | 68,8                                       |
| 30                                     | 73,9                                | 68,4                                       |
| 25                                     | 73,7                                | 68,1                                       |

Fonte: Shryock, 1976, p.53.

<sup>3</sup> O texto distribuído aos alunos conta um pouco da história do cigarro, desde sua origem até os interesses comerciais, ainda, o texto apresenta diversos males que esse vício pode causar ao organismo de quem fuma. As informações desse texto foram colhidas no site: <http://www.cigarro.med.br/>. Acesso: 24 de abril de 2012.

<sup>4</sup> <http://www.youtube.com/watch?v=qPD-7SQmXrY&feature=g-like&context=G2ae8516ALT5aKogASAA>. Acesso: 24 abr. 2012.

Esses dados foram utilizados, na formulação de expressões matemáticas, que respondessem às seguintes questões: **Questão 1:** como poderíamos estimar a expectativa de vida para um indivíduo que começa a fumar um maço de cigarros por dia aos 16 anos? **Questão 2:** quantos anos são reduzidos da expectativa de vida desse indivíduo?

Após esta atividade, os alunos responderam um questionário acerca dos conceitos matemáticos envolvidos. As questões eram: **Questão 1:** após a conclusão da atividade, como você compreende a relação entre o consumo de cigarros e a expectativa de vida? Que argumentos matemáticos poderiam ser utilizados para convencer as pessoas a abandonarem o cigarro ou não começarem a fumar? **Questão 2:** a Figura 1 representa o crescimento de uma planta em função do tempo. Em qual das três semanas registradas houve maior desenvolvimento da planta? Justifique. **Questão 3:** a Figura 2 representa a posição de um carro em movimento numa estrada. Determine a posição do carro no instante 7h.

FIGURA 1 – Crescimento de uma planta.

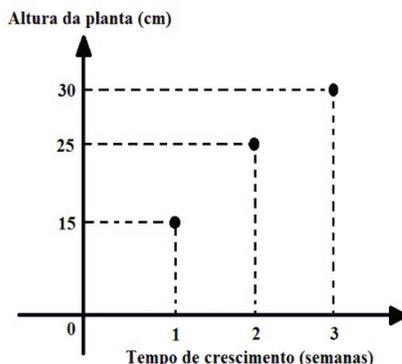
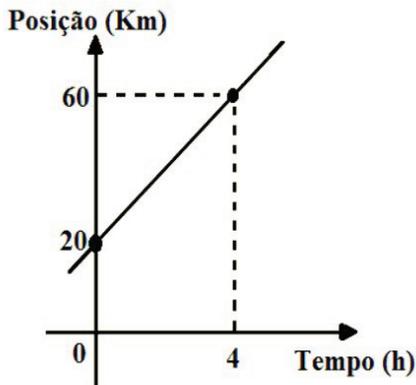


FIGURA 2 – Posição de um carro.



As Tabelas 2, 3 e 4, a seguir, apresentam as ações desempenhadas pelos alunos durante a atividade, apontando diferentes maneiras por meio dos quais cada Parâmetro de avaliação da aprendizagem, definidos anteriormente, pôde ser percebido:

TABELA 2 – Ações dos alunos condizentes com o Parâmetro 1.

| Parâmetro 1: o aluno, ao se deparar com uma situação nova, deve ser capaz de criar relações entre as características do desconhecido (novo) e aquilo que ele já sabe, essas relações podem ser observadas por meio de elementos do pensamento criativo, tais como, fluência, originalidade e complexidade.   |        |
|--|--------|
| Ações dos alunos   | Alunos |
| responderam a Questão 1, da atividade, usando as informações (do texto introdutório) de que um cigarro diminui 11 min de vida e de que quem começa a fumar aos 25 anos viveria até aos 68,1 anos (Tabela 1); com esses dados calcularam quantos minutos uma pessoa viveria a menos fumando por nove anos e diminuindo esse valor da expectativa de quem começa a fumar aos 25 anos, estimaram para os 16 anos; | 4      |
| responderam a Questão 1, da atividade, encontrando a média aritmética da redução da expectativa de vida de quem fuma a cada cinco anos (dados da 3a coluna da Tabela 1), e, assim, calcularam a expectativa de vida de quem começa a fumar aos 20 e aos 15 anos, e com esta proporção estimaram também para 16 anos;   | 20     |
| usaram o conceito de função afim e suas especificidades, para estudar a situação apresentada na Questão 2, da atividade, com orientação do pesquisador;  | 24     |
| responderam a Questão 3, do questionário, utilizando o tempo e a velocidade do carro, fornecidos no gráfico da Figura 1, para encontrar quantos quilômetros o carro percorria em 1h, no caso 10 km, dessa maneira, chegando que com 4h o carro havia percorrido 60 km, com 7h ele irá percorrer 90 km;   | 4      |
| Buscaram ajuda do pesquisador e dos colegas nos momentos em que se depararam com alguma dificuldade ou dúvida, continuando empenhados na resolução do problema e não desistindo da busca pela resposta.  | 24     |

Fonte: autor.

TABELA 3 – Ações dos alunos condizentes com o Parâmetro 2.

| Parâmetro 2: após a atividade de modelagem matemática, o aluno deve ser capaz de discernir o conceito matemático de sua aplicação nesse contexto. Mais ainda o aluno deve compreender que a utilização desse conteúdo extrapola aquele mobilizado na atividade.   |        |
|---|--------|
| Ações dos alunos  | Alunos |
| responderam a Questão 2, do questionário, usando as informações contidas no gráfico, Figura 1, de que na 1a semana a planta cresce 15 cm e já na 2a e 3a crescem 10 e 5 cm, respectivamente. Ou seja, conseguiram compreender que a planta não crescia de maneira constante, o seu crescimento estava se tornando mais lento a cada semana; | 24     |
| responderam a Questão 3, do questionário, usando regra de três e as informações do gráfico, Figura 3, entretanto erraram o exercício, pois consideraram que no instante 4 o carro havia percorrido 60 km, mas com o carro não esta parado no instante 0 e sim na posição 20 km, o carro havia percorrido 40 km até o instante 4;            | 10     |
| responderam a Questão 3, do questionário, utilizando o tempo e a velocidade do carro, fornecidos no gráfico da Figura 1, para encontrar quantos quilômetros o carro percorria em 1h, no caso 10 km, dessa maneira, chegando que com 4h o carro havia percorrido 60 km, com 7h ele irá percorrer 90 km.                                      | 4      |

Fonte: autor.

TABELA 4 – Ações dos alunos condizentes com o Parâmetro 3.

| Parâmetro 3: o aluno deve perceber a atividade de Modelagem Matemática como parte da realidade, relacionar criticamente a matemática envolvida no problema proposto, perceber sua importância para a sociedade e, utilizando o trabalho realizado, repensar sobre a situação nos seus vários aspectos.  |        |
|---|--------|
| Ações dos alunos  | Alunos |
| na Questão 1, do questionário, os alunos deixaram claro a importância de se discutir sobre os males do cigarro e, ainda, a importância de usar argumentos matemáticos para fazer um estudo desses dados, pois segundo eles isso confere mais confiabilidade às informações. Citaram, também, a necessidade de divulgar pesquisas desse tipo para a sociedade e, principalmente, aos jovens; | 13     |
| citaram a possibilidade do uso de gráficos representando, por exemplo, a redução da expectativa de vida das pessoas que fumam em comparação às que não fumam, pois afirmaram que informações desse tipo podem ajudar as pessoas a pensar nas consequências de se iniciar este vício.  | 4      |

Fonte: autor.

As ações descritas nas Tabelas 02, 03 e 04, que identificam o cumprimento de cada um dos Parâmetros, fornecem os elementos norteadores para o julgamento da aprendizagem significativa dos alunos nesta atividade. Para quantificar a aprendizagem significativa dos alunos na atividade representamos nosso juízo de valor, em forma de porcentagem, no sentido de apontar o nível de aproveitamento dos alunos em relação às nossas expectativas de cumprimento dos Parâmetros.

Em relação ao Parâmetro 1, consideramos que as ações dos alunos, descritas na Tabela 2, mostram a presença de elementos do pensamento criativo como, por exemplo, a originalidade, a complexidade e a fluência. Podemos concluir que o Parâmetro 1 foi cumprido 100%.

O Parâmetro 2 é avaliado no questionário posterior à atividade, nas Questões 2 e 3 propostas, pois os alunos poderiam utilizar os conceitos de função afim estudados na atividade de Modelagem Matemática. Apesar de os alunos mencionarem verbalmente estas opções de resolução, eles optaram por resolver os exercícios que para eles, eram mais simples como, por exemplo, proporção e regra de três. Neste caso, destacamos que o questionário poderia ser planejado de maneira a incentivar os alunos a utilizarem os conceitos de função afim abordados na atividade, permitindo avaliar o Parâmetro 2 de maneira mais efetiva. Baseando-nos nas ações dos alunos descritas na Tabela 3, consideramos que esse critério foi cumprido 20%.

Consideramos que o Parâmetro 3 foi cumprido, pois os alunos analisaram o tema da atividade, deram suas opiniões e se posicionaram contra o vício do cigarro, e, em resposta à Questão 1 do questionário final perceberam a importância de se usar argumentos matemáticos para mostrar às pessoas o quanto o cigarro reduz a expectativa de vida das pessoas, citando, inclusive, a possibilidade do uso de gráficos para esse fim. Dessa maneira, o Parâmetro 3 foi cumprido 100%.

A média aritmética das porcentagens obtidas, pela turma, é aproximadamente 73% que mede o nível de aproveitamento, dos alunos, em relação às nossas expectativas de cumprimento das tarefas exigidas no desenvolvimento da atividade. Este valor é a

referência para a avaliação da aprendizagem significativa, desses alunos, nesta atividade de Modelagem Matemática.

Esta avaliação, fundamentada nos dados das Tabelas 02, 03 e 04, revela algumas especificidades quanto à aprendizagem significativa desses alunos, a saber:

- falta de familiaridade dos alunos com atividade de Modelagem Matemática;
- insegurança dos alunos em utilizar seus conhecimentos para propor possíveis respostas às questões, perguntando sempre ao pesquisador se o que estavam fazendo estava certo;
- dificuldades em relação ao domínio do conteúdo matemático de funções afim, pois não utilizaram esses conhecimentos no questionário final, optando por outras formas de obter as soluções como, por exemplo, a regra de três;
- potencialidade da turma em relação às capacidades criativas, ao desenvolvimento de competências e a mobilização para a resolução da atividade proposta.

Os resultados obtidos dessa avaliação podem ser utilizados pelo professor em diversos aspectos, proporcionando a superação de diversas dificuldades que surgem da inserção de atividades de Modelagem Matemática na sala de aula.

## CONCLUSÕES

Os critérios C1, C2, C3, C4 e C5, propostos por Borba, Meneghetti e Hermini (1999) para avaliar se uma atividade de Modelagem Matemática “deu certo”, foram tomados, nesta pesquisa, como base para a busca de elementos que permitam observar não apenas a atividade, mas o comportamento dos alunos em relação à aprendizagem. Consideramos que para avaliar a aprendizagem significativa dos alunos, nesse tipo de atividade, o cumprimento, parcial ou completo, dos Parâmetros 1, 2 e 3 implicam na atividade ter “dado certo”, ou seja, os critérios C1, C2, C3, C4 e C5 são cumpridos, consequentemente.

Os critérios C1, C2 e C3 tratam do desempenho dos alunos durante a atividade de Modelagem Matemática, o que implica na mediação do processo de aprendizagem dos alunos, por parte do professor. Embora os critérios C4 e C5, que se referem à atuação do professor, também façam parte do processo de aprendizagem, implicitamente o sucesso de C1, C2 e C3 estão diretamente relacionados com C4 e C5, portanto estes dois últimos são cumpridos indiretamente no processo de avaliação da atividade de Modelagem Matemática.

A maneira como os Parâmetros 1, 2 e 3 serão utilizados para a avaliação da aprendizagem significativa, em uma atividade de Modelagem Matemática, depende de como o professor encaminha essa atividade e dos objetivos, em relação à aprendizagem, estabelecidos previamente. A avaliação pode ser feita tanto coletiva quanto individualmente,

sendo que os Parâmetros 1, 2 e 3 podem ser utilizados pelo professor para formular seu juízo de valor acerca da aprendizagem dos alunos.

No caso específico da atividade de Modelagem Matemática, descrita neste trabalho, sobre o tema “Cigarro”, optamos por realizar uma avaliação coletiva da turma, visto que se tratava do primeiro contato dos alunos com a Modelagem Matemática, e pelo fato desta não estar inicialmente prevista no programa de ensino do professor.

O estudo de possibilidades, para avaliação da aprendizagem significativa em atividades de Modelagem Matemática, é benéfico para o campo da Educação Matemática em diversos aspectos. Ele atende a uma exigência do currículo do Ensino Básico que é a avaliação das atividades realizadas pelos alunos, o que pode se compor em uma dificuldade dos professores em utilizar a Modelagem Matemática na sala de aula, incentivando, dessa maneira, a inserção dessa tendência no ambiente escolar.

## REFERÊNCIAS

AUSUBEL, D. P. *The psychology of meaningful verbal learning*. New York, Grune and Stratton, 1963.

\_\_\_\_\_. *Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva*. Lisboa: Plátano, 2003.

AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. *Psicologia educacional*. Rio de Janeiro: Interamérica, 1980.

BARBIERI, Daniela D.; BURAK, D. Modelagem Matemática e suas implicações para a Aprendizagem Significativa. In: IV CONFERÊNCIA NACIONAL SOBRE MODELAGEM E EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 4., 2005, Feira de Santana. *Anais...* Feira de Santana: Universidade Estadual de Feira de Santana, 2005.

BARBOSA, J. C. Modelagem na Educação Matemática: contribuições para o debate teórico. In: REUNIÃO ANUAL DA ANPED, 24., Caxambu. *Anais...* Rio Janeiro: ANPED, 2001. 1 CD-ROM, 2001.

BASSANEZI, R. C. *Ensino-aprendizagem com modelagem matemática: uma nova estratégia*. 2.ed. São Paulo: Contexto, 2004.

\_\_\_\_\_. *Ensino-aprendizagem com modelagem matemática: uma nova estratégia*. 2.ed. São Paulo: Contexto, 2004.

BIEMBENGUT, M. S.; HEIN, N. *Modelagem matemática no ensino*. São Paulo: Contexto, 2000.

BISOGNIN, E. Modelagem matemática em sala de aula: obstáculos a transpor. In: CONFERÊNCIA NACIONAL SOBRE MODELAGEM NA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 7, 2011, Belém. *Anais...* Belém: UFPA, 2011. 1 CD-ROM.

BLUM, W. Applications and Modelling in mathematics teaching and mathematics education – some important aspects of practice and of research. In: SLOYER, C. et al. *Advances and perspectives in the teaching of mathematical modelling and applications*. Yorklyn: Water Street Mathematics, 1995. p.1-20.

BLUM et al., ICMI Study 14: applications and modelling in mathematics education – discussion

document. *Educational Studies in Mathematics*, v.51, n.1-2, p.149–171(23), 2002.

BORBA, M. C.; MENEGHETTI, R. C. G.; HERMINI, H. A. Estabelecendo critérios para avaliação do uso de modelagem em sala de aula: estudo de um caso em um curso de ciências biológicas. In: BORBA, M. C. et al. *Calculadoras Gráficas e Educação Matemática*. Rio de Janeiro: MEM/USU, Ed. Art Bureau, 1999.

BORSSOI, A. H. *A aprendizagem significativa em atividades de Modelagem Matemática como estratégia de ensino*. Dissertação (Mestrado) – Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática, Departamento de Matemática, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2004.

BRASL, Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. *Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio*. Brasília: MEC, 1999.

BROSSEAU, G. Os diferentes papéis do professor. In: PARRA, C.; SAIZ, I. (Org). *Didática da matemática: reflexões psicopedagógicas*. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.

CANEN, A. Avaliação da Aprendizagem. In: CANEN A.; SANTOS A. R. *Educação Multicultural: Teoria e prática para professores e gestores em educação*. Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna, p.41-58, 2009.

FONTANINI, M. L. de C. *Modelagem Matemática x aprendizagem significativa: uma investigação usando mapas conceituais*. Dissertação (Mestrado) – Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática. Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2007.

HENNING, H.; KEUNE, M. Levels Of Modelling Competencies. In: W. BLUM, W.; GALBRAITH, P. L.; HENN, H-W.; NISS, M. *Modelling and Applications in Mathematics Education*. New York, 2007, Springer, 69-78.

KAISER, G.; SRIRAMAN, B.; BLOMHØJ, M.; GARCIA, J. *Report from the working group modelling and applications – differentiating perspectives and delineating commonalties, Er rscheint in Proceedings of the Fifth Congress of the European Society for Research in Mathematics Education*. New York: Springer, 2007.

NEGRELLI, L. G. *Uma reconstrução epistemológica do processo de Modelagem Matemática para a Educação (em) Matemática*. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2008.

PEREIRA, E. A. *Modelagem Matemática e suas implicações para o desenvolvimento da criatividade*. Dissertação (Mestrado em Educação), Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2008.

SEVERINO, A. J., *Metodologia do Trabalho Científico*. São Paulo. Cortez, 2007.

SHRYOCK, H. *Fumar, distrai ou destrói?*. São Paulo: Casa Publicadora Brasileira, 1976, p.53.

VENÂNCIO, S. *Aprendizagem significativa de função do 1º grau: uma investigação por meio da modelagem matemática e dos mapas conceituais*. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2010.

VERTUAN, R. E. Modelagem matemática em sala de aula – obstáculos a transpor. In: CONFERÊNCIA NACIONAL SOBRE MODELAGEM NA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 7, 2011, Belém. *Anais...* Belém: UFPA, 2011. 1 CD-ROM.

**Recebido em:** maio 2012

**Aceito em:** jul. 2012