



# Quais Elementos Caracterizam uma Atividade de Modelagem Matemática na Perspectiva Sociocrítica?

## What Elements Characterize a Mathematical Modeling Activity in the Sociocritical Perspective?

Cíntia da Silva\*  
Lilian Akemi Kato\*\*

### Resumo

A Modelagem Matemática é apontada por diversos autores como uma das tendências em Educação Matemática que pode contemplar a formação da cidadania por tratar, preferencialmente, de problemas advindos da realidade vivenciada pelos estudantes, propiciando a utilização de argumentos matemáticos para sua interpretação ou solução. A perspectiva sociocrítica da Modelagem é aquela que mais se identifica com esse propósito, contudo não tem sido explicitada nos trabalhos que relatam atividades de Modelagem com tais características. Embora diversos trabalhos apontem a presença das características gerais desta perspectiva, ela não costuma ser destacada como referência-chave no texto. Neste texto, propomos alguns elementos que caracterizam uma atividade de Modelagem Matemática, segundo a perspectiva sociocrítica, tomando por base alguns referenciais teóricos publicados no Brasil sobre este tema, e utilizamos esses elementos para analisar todos os relatos de experiência apresentados na VI Conferência Nacional sobre Modelagem em Educação Matemática segundo as características construídas.

---

\* Mestre em Educação para a Ciência e Matemática pela Universidade Estadual de Maringá (UEM), Maringá, PR, Brasil. Professora do Departamento de Matemática da Universidade Estadual do Centro-Oeste do Paraná (UNICENTRO). Endereço para Correspondência: Rua Simeão Camargo Varela de Sá, 03, Caixa Postal 3010, CEP: 85040-080, Guarapuava, PR, Brasil. *E-mail*: scintias@hotmail.com

\*\* Doutora em Matemática Aplicada pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Professora do Departamento de Matemática e do Programa de Pós-graduação em Educação para a Ciência e Matemática da Universidade Estadual de Maringá (UEM), Maringá, PR, Brasil. Endereço para Correspondência: Av. Colombo 5790, Jd. Universitário, CEP: 87020-900, Maringá, PR, Brasil. *E-mail*: lilianakato@hotmail.com

**Palavras-chave:** Educação Matemática. Modelagem Matemática. Perspectiva sociocrítica. VI Conferência Nacional sobre Modelagem em Educação Matemática.

### Abstract

Mathematical modeling has been pointed out by many authors as one of the trends in mathematics education that most addresses the formation of citizenship, because it usually deals with problems coming from the reality experienced by students, using mathematical arguments for their interpretation or solution. The socio-critical perspective of Modeling in mathematics is the one that is most identified with this purpose, however this has not been explored in the papers reporting modeling activities with such characteristics. Although many previous works indicate the presence of general characteristics of this perspective, it is not pointed out as the main reference of the text. In this work, some elements that characterize a Mathematical Modeling activity from the socio-critical perspective are proposed, taking as a starting point some major theoretical frameworks already published about this topic. These elements were used to analyze the experiences reported at the VI National Conference on Modeling in Mathematical Education.

**Keywords:** Mathematics Education. Mathematical Modeling. Sociocritical perspective. VI National Conference on Modeling in Mathematical Education.

## 1 Introdução

A Modelagem na Educação Matemática tem sido amplamente discutida nos diversos cenários da pesquisa e da prática do processo de ensino e aprendizagem da Matemática em todos os níveis de ensino.

Dentre estas discussões, destaca-se a potencialidade da Modelagem Matemática não somente para o ensino e aprendizagem de diversos conceitos matemáticos, mas, também, para a formação cidadã dos estudantes. Nessa visão, a Modelagem Matemática pode propiciar muitas oportunidades nas quais os estudantes podem levar as discussões da sala de aula para o seu cotidiano, à conscientização acerca do seu papel na sociedade, bem como provocar mudanças na sua forma de ver o mundo.

Entretanto, tais discussões estão intimamente relacionadas com as diferentes práticas da Modelagem Matemática em sala de aula, o que nos direciona a ponderar sobre as concepções adotadas por alguns autores quanto à forma como a atividade de Modelagem é conduzida pelo professor.

Segundo Araújo (2007), no âmbito do processo de ensino e aprendizagem da Matemática, a Modelagem apresenta uma multiplicidade de perspectivas

que diferem umas das outras pela forma como a Matemática é entendida e aplicada no problema a ser estudado, bem como as possibilidades de extensão das discussões decorrentes desse processo no contexto educacional e social.

Kaiser e Sriraman (2006), a partir de uma revisão da literatura sobre os trabalhos de Modelagem em âmbito internacional, sistematizaram cinco perspectivas que foram denominadas de realística, epistemológica, educacional, sociocrítica e contextual para a Modelagem Matemática, que caracterizam, de maneira geral, diferentes aspectos com que tal atividade pode ser abordada no contexto educativo.

Embora estas perspectivas não possuam delimitações específicas, podendo, inclusive, uma mesma atividade de Modelagem Matemática contemplar mais de uma delas, elas pressupõem diferentes condutas para professor e alunos diante das tarefas que constituem a atividade. Para Barbosa e Santos (2007),

[...] propósitos diferentes implicam em diferenças nas formas de organizar e conduzir as atividades de Modelagem. Isso nos força a refletirmos sobre as maneiras como as práticas de sala de aula representam ou constituem perspectivas mais amplas sobre Modelagem Matemática (p. 2).

Nesse sentido, a importância de conhecer as características essenciais de cada uma das perspectivas da Modelagem Matemática está em determinar ações e encaminhamentos que objetivam os propósitos específicos destacados de cada uma.

A perspectiva sociocrítica, segundo Kaiser e Sriraman (2006), está direcionada para o estudo de situações-problema que privilegiam a compreensão crítica do mundo, bem como o papel do indivíduo na sociedade. Embora estes propósitos estejam contemplados em todo o processo educacional, as atividades de Modelagem, nesta perspectiva, podem ser conduzidas de forma que, por meio da Matemática, o aluno identifique outras formas de ver o mundo em que vive, ampliando seu espectro de possibilidades de ação e interação na sociedade.

Considerando estas características como uma das premissas desta perspectiva, pesquisamos diversos trabalhos que descrevem atividades de Modelagem Matemática com tais particularidades. No entanto, muitas vezes os autores não citam nem enquadram tal atividade como pertencente à perspectiva sociocrítica.

Blomhøj (2009) analisou e classificou os 14 trabalhos aceitos para apresentação no *Topic Study Group 21: Mathematical applications and*

*modelling in the learning of mathematics* do *11th International Congresso on Mathematical Education – ICME 11*, identificando quatro trabalhos na perspectiva sociocrítica, dos autores: Araújo (2009), Aravena e Caamaño (2009), Barbosa (2009) e Caldeira (2009), o que destaca a produção de trabalhos brasileiros nesta linha.

Araújo (2009) salienta que a perspectiva sociocrítica tem grande impacto na comunidade brasileira de Modelagem na Educação Matemática, podendo influenciar tanto as práticas educacionais quanto o desenvolvimento de pesquisas nesta área.

No que se refere às práticas da Modelagem Matemática na sala de aula, é possível destacar trabalhos cujos encaminhamentos apresentam características da perspectiva sociocrítica da Modelagem. Como exemplo, exibimos, neste artigo, os relatos de experiência apresentados na VI Conferência Nacional de Modelagem em Educação Matemática – VI CNMEM, que se enquadram nesta perspectiva.

No entanto, a literatura sobre a Modelagem Matemática na perspectiva sociocrítica ainda é bastante reduzida, o que limita o seu alcance nas práticas da Modelagem na sala de aula.

Neste texto, abordamos a perspectiva sociocrítica da Modelagem Matemática, tomando por base alguns dos referenciais teóricos publicados sobre este tema, no Brasil, por autores que apresentavam um histórico de pesquisa nesta temática, com o objetivo de estabelecer possíveis elementos que possibilitam a caracterização de uma atividade segundo este panorama construído.

Os referidos elementos foram utilizados para analisar todos os relatos de experiência apresentados na VI CNMEM quanto a esta caracterização construída para a perspectiva sociocrítica da Modelagem Matemática.

A relevância deste trabalho consiste, também, em dar subsídios aos professores que desenvolvem atividades de Modelagem Matemática em suas aulas, a fim de integrar conhecimento matemático e outras competências necessárias à formação geral do estudante, quanto às ações e outros mecanismos que conduzem aos elementos característicos de uma atividade de modelagem na perspectiva sociocrítica.

## **2 Percorso teórico-metodológico da pesquisa**

Para alcançar os objetivos propostos nesta pesquisa, analisamos trabalhos publicados que tratam da Modelagem Matemática na perspectiva sociocrítica,

com destaque para aqueles cujos autores apresentavam um histórico de pesquisa dentro desta temática, seja em dissertações, teses ou outras publicações. No processo de leitura e análise dos trabalhos, selecionamos aqueles que apresentavam, explicitamente, uma descrição dos objetivos e das características pertinentes a esta perspectiva.

Assim, foram escolhidos para constituir o *corpus*<sup>1</sup> os seguintes artigos: *Modelagem Matemática e a perspectiva sociocrítica* (BARBOSA, 2003); *Uma reflexão sobre a Modelagem Matemática no Contexto da Educação Matemática Crítica* (JACOBINI; WODEWOTZKI, 2006); *A dimensão crítica da modelagem matemática: ensinando para a eficiência sociocrítica* (OREY; ROSA, 2007) e *Uma abordagem sócio-crítica da Modelagem Matemática: a perspectiva da Educação Matemática Crítica* (ARAÚJO, 2009). Os textos citados descrevem algumas das principais características da perspectiva sociocrítica da Modelagem Matemática, segundo seus autores, podendo, portanto, subsidiar nosso estudo quanto à elaboração dos elementos que permitem qualificar uma atividade de modelagem nesta abordagem.

Este estudo seguiu os pressupostos teóricos e metodológicos da Análise de Conteúdo, conforme Bardin (1977), que utilizou procedimentos sistemáticos em busca de uma compreensão acerca dos elementos, explícitos ou implícitos, indicadores dos conteúdos dos textos. Para tanto, a análise deste *corpus* foi orientada, inicialmente, pelas hipóteses adotadas buscando-se sínteses coincidentes ou divergentes de ideias.

Dentre os tipos de estudos bibliográficos ou documentais, optamos pela análise textual discursiva (MORAES, 2003), uma metodologia alternativa à análise de conteúdo e que, em geral, constitui-se de três fases: unitarização, categorização e comunicação. Tem por objetivo a construção de metatextos a partir dos textos do *corpus*.

A unitarização objetiva examinar o material do *corpus* em detalhes, por meio de um processo de desmontagem dos textos, no qual se dá destaque aos seus elementos constituintes. Desta fase, surgem as unidades de análise ou unidades de significado, que são obtidas da fragmentação do *corpus* e posterior codificação. Cada unidade é reescrita de modo que assuma um significado o mais completo possível em si mesmo. Por fim, atribui-se um nome ou um título para cada unidade assim produzida.

---

<sup>1</sup> Conjunto de documentos que representam as informações sobre o campo de investigação (BARDIN, 1977).

A categorização, segunda fase da análise textual discursiva, objetiva compreender como as unidades podem formar categorias. Neste processo, faz-se uma comparação entre as unidades já definidas, agrupando-as para constituir as categorias.

A construção das categorias deve obedecer a algumas propriedades. Por exemplo, um conjunto de categorias é válido quando é capaz de representar adequadamente as informações categorizadas. Além disso, as categorias de um mesmo conjunto precisam ser construídas a partir de um mesmo princípio, de um mesmo contínuo conceitual. Aceita-se, também, que uma mesma unidade possa ser classificada em mais de uma categoria, ainda que com sentidos diferentes.

A última fase, a comunicação, ou captando o novo emergente, tem por objetivo a elaboração de um texto explicativo sobre o que o pesquisador tem a dizer acerca do fenômeno investigado, denominado de metatexto.

Neste trabalho, construímos as unidades de significado e as categorias a fim de caracterizar alguns dos elementos que qualificam uma atividade de Modelagem Matemática na perspectiva sociocrítica. Em seguida, analisamos os relatos de experiência publicados nos anais da VI CNMEM, segundo estas categorias, com o objetivo de identificar quais destes trabalhos relatam atividades de Modelagem que se enquadram nesta abordagem.

### **3 Construção das características da perspectiva sociocrítica da Modelagem Matemática**

Procedendo às etapas sugeridas por Moraes (2003) para a análise textual discursiva, realizou-se uma leitura flutuante, a fim de obter as primeiras impressões e ideias gerais do *corpus*. Em seguida, desmontamos os textos com o objetivo de identificar os principais elementos que os caracterizam, de modo que cada um dos textos ficasse fragmentado em frases ou sentenças que julgamos expressar ou descrever os principais argumentos e ideias do autor quanto ao trabalho. Em seguida, reunimos todos os fragmentos que expressavam ideias semelhantes. Estes fragmentos foram, então, reunidos, constituindo uma unidade de significado, mais geral, e receberam um título que expressa a sua ideia central.

No processo de construção das unidades de significado, notamos que alguns fragmentos apresentavam sentidos que se encaixavam também em outras unidades. Entretanto, os identificamos naquela que mais expressava sua ideia central. Outro ponto a ser ressaltado é que encontramos, em algumas situações,

mais de um fragmento do mesmo texto, os quais apresentavam a mesma ideia. Neste caso, selecionamos apenas um fragmento por autor, para cada unidade.

Apresentamos, a seguir, a construção das unidades de significado extraído do *corpus*.

### 3.1 Construção da unidade de significado 1

Fragmentos:

1. *“Podemos dizer que um dos pontos principais da perspectiva sócio-crítica é convidar os alunos a se envolverem em discussões reflexivas”* (BARBOSA, 2003, p. 10).

2. *“[...] na “sala de aula crítica”, ambos, professor e seus alunos, aceitam e assumem o papel de participantes na aprendizagem, através da criação de possibilidades múltiplas para a construção do conhecimento, de um lado por meio de atividades intelectuais relacionadas com investigações, consultas e críticas, e do outro lado, através de atitudes voltadas pra a práxis social relacionadas com o diálogo constante, o envolvimento e a comunicação”* (JACOBINI; WODEWOTZKI, 2006, p. 75).

3. *“[...] o conhecimento é mais bem construído quando os alunos trabalham em grupos socializando a aprendizagem”* (OREY; ROSA, 2007, p. 199).

4. *“Enfatizo a importância de que os alunos trabalhem em grupos ao abordarem problemas não-matemáticos da realidade, escolhidos por eles”* (ARAÚJO, 2009, p.55).

*Significado:* os alunos são convidados a trabalhar em grupo; os grupos podem ser subdivisões da classe, o grupo todo da sala de aula e incluir o professor.

*Título da unidade de significado 1:* trabalho em grupo.

### 3.2 Construção da unidade de significado 2

Fragmentos:

1. *“Se estamos interessados em construir uma sociedade democrática, onde as pessoas possam participar de sua condução e, assim, exercer cidadania, entendida aqui genericamente como inclusão nas discussões públicas, devemos reconhecer a necessidade de as pessoas se sentirem capazes de intervir em debates baseados em matemática”* (BARBOSA, 2003, p. 6).

2. *“[...] sejam construídos [projetos de modelagem matemática] na sala de aula levando em conta a participação ativa desse educando a partir do*

*estudo de situações-problema do seu cotidiano, e buscando aprofundar reflexões proporcionadas pelas investigações realizadas, pelas conseqüências desse empreendimento para a sociedade e pelo envolvimento do estudante com a comunidade”* (JACOBINI; WODEWOTZKI, 2006, p. 78).

3. “[...] *o aspecto sociocrítico da modelagem fundamenta-se na ampliação da autonomia dos alunos, que tem como objetivo propiciar a leitura e a ampliação da visão de mundo, o desenvolvimento do pensamento autônomo e contribuir para o exercício pleno da cidadania*” (OREY; ROSA, 2007, p. 204).

4. “[...] *os estudantes são convidados a trabalhar em grupos. Nesse sentido, eles são incentivados a negociar, debater, ouvir o outro e respeitar suas idéias. Essa é uma forma de trabalhar questões políticas e democracia na micro-sociedade da sala de aula*” (ARAÚJO, 2009, p.65).

*Significado:* os alunos discutem o material e apresentam seus argumentos, participando ativamente e criticamente das aulas, fazendo da sala de aula um espaço democrático.

*Título da unidade de significado 2:* participação crítica e democrática nas aulas.

### **3.3 Construção da unidade de significado 3**

*Fragmentos:*

1. “*Como “orquestador” das atividades, ele [o professor] convida os alunos a produzirem conhecimento reflexivo, bem como acolhe iniciativas dos alunos convergentes com esse propósito*” (BARBOSA, 2003, p. 7).

2. “*Entendemos que a educação direcionada para a eficiência sociocrítica adota práticas pedagógicas não-tradicionais, pois elas colocam os alunos no centro do processo de ensino-aprendizagem*” (OREY; ROSA, 2007, p. 198).

3. “[...] *a situação ou problema da realidade são escolhidos pelos estudantes*” (ARAÚJO, 2009, p. 65).

*Significado:* os alunos participam decisivamente na escolha do tema que irão discutir, bem como a elaboração do problema que tem características, a princípio, não-matemático.

*Título da unidade de significado 3:* escolha dos problemas pelos alunos.

### 3.4 Construção da unidade de significado 4

Fragmentos:

1. “[...] a capacidade de compreender e criticar argumentos matemáticos postos nos debates locais ou gerais pode potencializar a intervenção das pessoas nas tomadas de decisões coletivas” (BARBOSA, 2003, p. 6).
2. “Enfatizamos, com base nas atividades de modelagem que neles foram desenvolvidas (investigações, escolha de modelos, relacionamento com o conteúdo curricular) e no compartilhamento dos resultados oriundos dessas atividades com algum setor da comunidade, as ações que contribuíram para o crescimento político dos estudantes-participantes” (JACOBINI; WODEWOTZKI, 2006, p. 74).
3. “[...] participação dos estudantes em projetos de modelagem que explicitem discussões políticas, refletindo sobre as conseqüências sociais dos mesmos, e a ação política propriamente dita, envolvendo os estudantes em efetivas ações comunitárias” (ARAÚJO, 2009, p. 59).

*Significado:* os alunos levam as discussões sobre os problemas e/ou modelo para a comunidade, por meio de ações ou intervenções.

*Título da unidade de significado 4:* desenvolvimento de ações comunitárias.

### 3.5 Construção da unidade de significado 5

Fragmentos:

1. “O ponto que quero enfatizar é que isso precisa ser trazido à luz para ser pensado sistematicamente pelos estudantes e professor, pois o exercício da cidadania, fora da escola, depende também dessa familiaridade em intervir em discussões sustentadas em matemática” (BARBOSA, 2003, p. 11).
2. “[...] com um ato político que se concretiza por meio da práxis social realizada fora do contexto da sala de aula e que, ao mesmo tempo em que complementa esse processo de conscientização política, constitui-se em uma ação que se materializa por meio do envolvimento do estudante com a comunidade, compartilhando com ela o conhecimento resultante do processo pedagógico, e que possibilita que ele aja nessa comunidade como um sujeito formador, questionador e transformador” (JACOBINI; WODEWOTZKI, 2006, p. 78).
3. “O ensino voltado pra a eficiência sociocrítica tem como característica

*fundamental a ênfase na análise crítica dos alunos sobre as estruturas de poder da sociedade. Outra característica importante é a reflexão pessoal dos mesmos sobre os elementos sociais que alicerçam o mundo globalizado”* (OREY; ROSA, 2007, p. 198).

4. “[...] *essas ideias são entendidas e discutidas de tal forma que os participantes problematizem sua extensão para o contexto social*” (ARAÚJO, 2009, p. 59).

*Significado*: as discussões acerca dos problemas e/ou do modelo ultrapassam os limites da sala de aula, o que implica no maior envolvimento do estudante com questões externas à escola.

*Título da unidade de significado 5*: extensão para o contexto social.

### **3.6 Construção da unidade de significado 6**

*Fragmentos*:

1. “*Essas preocupações [construir uma sociedade democrática] trazem conseqüências para a educação matemática. Mais do que informar matematicamente, é preciso educar criticamente através da matemática*” (BARBOSA, 2003, p. 6).

2. “*Essa articulação [entre projetos individuais e coletivos] possibilitará aos indivíduos, em suas ações ordinárias, uma participação ativa na comunidade ou na sociedade, assumindo responsabilidades afinadas com os interesses e o destino de toda a coletividade*” (JACOBINI; WODEWOTZKI, 2006, p. 76).

3. “*Este processo objetiva otimizar as condições pedagógicas para que os alunos entendam um determinado fenômeno e tenham condições de atuar eficazmente sobre esse fenômeno para transformá-lo de acordo com as necessidades da comunidade*” (OREY; ROSA, 2007, p. 203).

4. “[...] *fazê-lo [um projeto de modelagem] de tal forma que ele promova a participação crítica dos estudantes/cidadãos na sociedade, discutindo questões políticas, econômicas, ambientais, nas quais a matemática serve como suporte tecnológico*” (ARAÚJO, 2009 p. 55).

*Significado*: promoção da participação crítica dos estudantes na sociedade.

*Título da unidade de significado 6*: atuação crítica na sociedade.

### 3.7 Construção da unidade de significado 7

Fragmentos:

1. *“Entretanto, mesmo quando as discussões reflexivas não são agendadas, implicitamente ou explicitamente, os alunos aprendem alguma coisa sobre o papel da matemática na sociedade”* (BARBOSA, 2003, p. 11).
2. *“[...] os estudantes mostraram que, além da competência para construir modelos e aplicar a matemática, estavam igualmente preparados para refletir sobre suas descobertas, principalmente sobre como elas se relacionam com a sociedade, para perceber a matemática como um instrumento de análise das características críticas de relevância social [...]”* (JACOBINI; WODEWOTZKI, 2006, p. 80).
3. *“Assim, a aprendizagem e a utilização dos conteúdos matemáticos no contexto sociocrítico estão voltados para a análise crítica dos problemas enfrentados pela comunidade”* (OREY; ROSA, 2007, p. 203).
4. *“[...] a matemática participa de forma decisiva na estruturação do debate político, o que explicita sua dimensão política na sociedade”* (ARAÚJO, 2009, p. 63).

*Significado:* discutir um fenômeno que utiliza a Matemática como instrumento de interpretação e argumentação.

*Título da unidade de significado 7:* importância da Matemática na sociedade.

### 3.8 Construção da unidade de significado 8

Fragmentos:

1. *“[...] as aplicações da matemática estão amplamente presentes na sociedade e trazem implicações para a vida das pessoas. Seja no mundo do trabalho, nas diversas áreas científicas, nas tarefas cotidianas, etc., a matemática desempenha um papel sutil”* (BARBOSA, 2003, p. 4).
2. *“Ao explorar as aplicações matemáticas no dia-a-dia, a construção de modelos e o relacionamento entre a matemática utilizada na modelagem e o conteúdo programático, o professor oferece ao aluno a oportunidade de conviver com conteúdos vivos, práticos, úteis e com bastante significado”* (JACOBINI; WODEWOTZKI, 2006, p. 73).
3. *“[...] utilizamos a modelagem como uma linguagem para estudar, entender e compreender as situações-problema presentes na comunidade”* (OREY; ROSA, 2007, p. 203).

4. *“Embora a discussão sobre a natureza desses problemas da realidade não seja objetivo deste artigo, é importante esclarecer que, no trabalho com modelagem, esses problemas, normalmente, são entendidos como situações cotidianas [...]”* (ARAÚJO, 2009, p. 61).

*Significado:* desenvolvimento de problema ou situação-problema da realidade ou do cotidiano da comunidade.

*Título da unidade de significado 8:* utilizar problemas não-matemáticos da realidade.

### **3.9 Construção da unidade de significado 9**

Fragmentos:

1. *“[...] convidá-los [os alunos] a analisar o papel da matemática nas práticas sociais”* (BARBOSA, 2003, p. 4).

2. *“[...] o processo de modelagem tem seu início e o seu término no mundo real, passando pela construção de modelos”* (JACOBINI; WODEWOTZKI, 2006, p. 77).

3. *“[...] refletir sobre a realidade passa a ser uma ação transformadora que procura reduzir o grau de complexidade da realidade através da escolha de um sistema que possa representá-la”* (OREY; ROSA, 2007 p. 203).

4. *“A discussão sobre matemática e realidade é importante porque, de maneira geral, a modelagem matemática pode ser entendida como uma forma de resolver problemas da realidade usando a matemática”* (ARAÚJO, 2009, p. 61).

*Significado:* utilizar a Matemática na construção do modelo com vistas à compreensão do problema real.

*Título da unidade de significado 9:* interpretar os modelos matemáticos de acordo com a realidade.

### **3.10 Construção da unidade de significado 10**

Fragmentos:

1. *“Assim, é pela interação social com os diversos indivíduos de um determinado grupo cultural que o aprendizado é desencadeado e estabelecido. No entanto, o aprendizado desencadeia-se de acordo com o propósito de cada indivíduo, pois cada um tem uma capacidade diferenciada*

para agir, reagir, refletir e alterar o ambiente e que vive, transformando, estrategicamente, esse ambiente. Dessa forma, ambiente social influencia a cognição dos indivíduos em modos diversos, que estão relacionados com o contexto cultural de cada um” (OREY; ROSA, 2007, p. 199).

2. “A forma como entendo modelagem matemática, por trabalhar com temas escolhidos pelos estudantes, de acordo com seus interesses, leva em conta a cultura desses estudantes. Além disso, a matemática que eles mobilizarão para abordar os problemas inseridos em tais temas trazem fortes marcas de sua cultura” (ARAÚJO, 2009, p. 61).

*Significado:* levar em conta os conhecimentos que fazem parte da cultura dos estudantes.

*Título da unidade de significado 10:* considerar a cultura dos alunos.

A partir destas unidades de significado, constituímos as categorias que caracterizam as unidades cujos significados indicam ações com objetivos comuns. Para isso, as unidades foram comparadas e agrupadas de forma que, para constituir cada categoria, utilizamos unidades de significado que tratam de um mesmo princípio. Além disso, no processo classificamos as categorias segundo os principais constituintes de uma atividade de Modelagem, a saber: o professor, o problema matemático, a interação do aluno com o modelo e a interação do aluno com a sociedade, presentes nas unidades selecionadas.

É importante destacar que uma mesma unidade pode estar presente em mais de uma categoria, se ela satisfizer os princípios elencados em cada uma.

Às categorias e unidades de significado atribuímos um código para correspondência (unidade-categoria) para sistematizar as análises realizadas posteriormente.

A seguir, apresentamos as categorias, determinadas, e suas respectivas unidades de significado, ou seja, as unidades que as constituem. A estas categorias denominamos Características da Perspectiva Sociocrítica da Modelagem Matemática. Para cada característica, produzimos um metatexto que expressa uma nova compreensão emergente da análise realizada.

*Característica 1 (C1):* Participação ativa do aluno na construção do modelo:

Unidades de significado constituintes:

*C 1.1:* trabalho em grupo;

*C 1.2:* participação crítica e democrática nas aulas;

*C 1.3:* escolha do problema pelos alunos.

Durante a elaboração do modelo matemático, é importante que os alunos socializem suas ideias, suas conjecturas e suas opiniões. O trabalho em grupo

significa trabalhar em pequenos grupos, ou constituir o grupo todo da sala de aula, e permite que os alunos argumentem em defesa do que pensam e ouçam os argumentos dos seus pares e decidam em conjunto como construir o modelo matemático em conformidade com as decisões do grupo. Da mesma forma, ao se conceber a sala de aula como um espaço democrático, em que todos podem expor suas ideias, os alunos participam expondo, criticando e reformulando o modelo criado em determinada situação. Destaca-se, também, a importância de escolher um problema do interesse de todo o grupo, o que os torna mais envolvidos nas problematizações e discussões, fazendo com que encontrar uma possível solução para o problema seja realmente importante para eles. Assim, as atividades de Modelagem Matemática, na perspectiva sociocrítica, fazem da sala de aula um espaço em que todos podem participar igualmente, expondo seus pensamentos e incentivando o respeito pelas ideias dos outros, permitindo que observem como a Matemática e o modelo matemático construído podem servir para analisar e tomar decisões sobre determinado problema.

*Característica 2 (C2): participação ativa do aluno na sociedade:*

Unidades de significado constituintes:

*C 2.1:* desenvolvimento de ações comunitárias;

*C 2.2:* extensão para o contexto social;

*C 2.3:* atuação crítica na sociedade;

*C 2.4:* importância da Matemática na sociedade.

Considerando-se um problema que é escolhido pelos alunos, torna-se evidente o seu interesse em analisá-lo, seja por curiosidade ou por este fazer parte da sua realidade. Sendo assim, é natural que as soluções encontradas sejam levadas de volta para o contexto social do qual foram retiradas. Para a realização desta proposta são necessárias algumas ações, por parte do aluno, que evidenciam mudança de atitudes em relação à determinada situação ou, ainda, uma nova maneira de se posicionar na sociedade. Alguns exemplos são as ações comunitárias, visando mudanças na sociedade em que estão inseridos, e as discussões e tomada de decisões decorrentes das possíveis interpretações do modelo matemático obtido, que transformam a comunidade em uma extensão do espaço democrático da sala de aula.

*Característica 3 (C3): problema não-matemático da realidade:*

Unidades de Significado constituintes:

*C 3.1:* utilizar problemas não-matemáticos da realidade;

*C 3.2:* escolha dos problemas pelos alunos;

*C 3.3:* interpretar os modelos matemáticos de acordo com a realidade;

C 3.4: considerar a cultura dos alunos;

C 3.5: importância da Matemática na sociedade;

Numa atividade de Modelagem Matemática, segundo a perspectiva sociocrítica, os alunos escolhem problemas que têm interesse em resolver ou estudar, significando que estes se tornam reais para eles. Além disso, a forma como o problema foi apresentado aos alunos indica, no primeiro momento, que eles não são problemas matemáticos ou que, aparentemente, envolvem alguma matemática. Esta escolha considera a cultura do grupo e também da comunidade a qual pertencem, o que envolve, igualmente, os conhecimentos que já possuem (matemáticos ou não). Considerar a cultura dos alunos também influenciará na interpretação dos modelos matemáticos obtidos. É preciso verificar a solução encontrada dentro do contexto em que estão inseridos. Isto propicia a discussão da Matemática na sociedade, a pensar de que forma a Matemática foi utilizada para interpretar e/ou resolver o problema, e que a Matemática também auxilia na tomada de decisões, que é preciso compreendê-la para optar por uma ou outra resposta. Isto tudo contribui para combater a ideologia da certeza<sup>2</sup>, pois nem sempre será possível encontrar uma solução matemática para a questão, ou que um resultado obtido pode ser melhor do que outro.

*Característica 4 (C4): atuação do professor como mediador:*

Unidades de significado constituintes:

C 4.1: trabalho em grupo;

C 4.2: escolha do problema pelos alunos;

C 4.3: participação crítica e democrática na sala de aula;

C 4.4: considerar a cultura dos alunos;

C 4.5: importância da Matemática na sociedade.

A atuação do professor nas atividades de Modelagem Matemática é fundamental. É ele quem pode oportunizar aos alunos o trabalho em conjunto, estimulando a exposição de ideias e argumentos, fazendo da sala de aula um espaço democrático, em que a todos são dadas condições iguais de trabalho. Particularmente, numa atividade de modelagem, segundo a perspectiva sociocrítica, destaca-se a importância do professor como mediador da atividade, auxiliando na escolha do problema a ser estudado e levando em conta a cultura de seus alunos, o que implica em considerar seus interesses e seus conhecimentos (matemáticos ou não). Além disso, ainda estimula a discussão do problema para

---

<sup>2</sup> Skovsmose (2005) define a ideologia da certeza como uma forma de acreditar que as soluções matemáticas serão sempre as melhores abordagens, pelas certezas que representam. Preza pela visão de uma Matemática certa, única, que produz o argumento definitivo. Relaciona-se à forma como a Matemática é vista na sociedade.

fora do ambiente da sala de aula, por meio das implicações decorrentes do modelo estudado na sociedade. O professor não é o detentor do conhecimento e também não pode interferir com seus preceitos, nem mesmo é aquele que leva à atividade planejada e organizada. No entanto, seu papel no decorrer da atividade é essencial, porque o aluno sabe que o professor tem a resposta do seu problema, mas o professor respeita os diferentes caminhos que podem conduzir o aluno a atingir esse conhecimento, inclusive ele deve respeitar e considerar outras formas de conhecimento.

As quatro categorias, construídas a partir do *corpus* descrito anteriormente, oferecem os principais elementos que caracterizam uma atividade de Modelagem Matemática na perspectiva sociocrítica, e serão utilizados para qualificar os relatos de experiência apresentados na VI CNMEM que descrevem uma atividade de Modelagem Matemática realizada com estudantes.

#### **4 Análise dos relatos de experiência apresentados na VI CNMEM quanto ao enquadramento na perspectiva sociocrítica, segundo as categorias construídas**

Escolhemos, para esta análise, os 36 relatos de experiência publicados nos Anais da VI CNMEM, como forma de encontrar exemplos de atividades de Modelagem Matemática que se enquadram na perspectiva sociocrítica, segundo as categorias construídas.

A CNMEM é um evento nacional de referência em Modelagem na Educação Matemática que vem se consolidando a cada edição, principalmente, no que se refere à qualidade dos trabalhos submetidos, sendo a VI Conferência, realizada em 2009, a mais recente até a finalização deste trabalho.

A análise se deu de acordo com as fases propostas por Moraes (2003) para a análise textual discursiva. Assim, procedemos à desmontagem destes relatos em fragmentos, que foram posteriormente confrontados com as características da perspectiva sociocrítica, apresentada na seção anterior.

Conforme o objetivo proposto nessa pesquisa, para que fosse possível verificar a pertinência das Características da Perspectiva Sociocrítica da Modelagem Matemática nos relatos, necessitamos que descrevessem atividades de modelagem implementadas. Assim, dos 36 relatos, seis foram excluídos da análise por não obedecerem este critério. Restaram 30 relatos dos quais cinco não apresentaram correspondência com qualquer unidade de significado componente das características.

Os demais 25 relatos apresentaram pelo menos uma das características e, desse procedimento, identificamos cinco relatos que satisfizeram todas as Características da Perspectiva Sociocrítica da Modelagem Matemática, propostos neste estudo.

A seguir, apresentamos uma breve descrição dos cinco relatos classificados segundo este critério, e, na sequência, o Quadro 1, contendo as unidades de significado, correspondentes a cada Característica da Perspectiva Sociocrítica da Modelagem Matemática, que cada um dos cinco relatos satisfazem.

*RE01: Diálogos com/na Modelagem Matemática nas séries iniciais* (DIAS; CHAVES, 2009). Relata uma atividade organizada, segundo a proposta de Burak (2004), realizada com alunos da 4ª série do Ensino Fundamental. A temática investigada foi “pirataria e qualidade de vida”. Conteúdos matemáticos foram utilizados para interpretação do problema na realidade. A professora subsidiou discussões com as crianças, que envolvem também conteúdos de ordem social. Alguns resultados da atividade foram expostos na feira cultural da escola.

*RE02: Modelagem Matemática: pontos de vista dos alunos e da professora* (SANT’ANA; VERGARA; JORGE, 2009). Trata de uma experiência realizada com alunos de um curso de Licenciatura em Matemática. O tema abordado na atividade foi o *Furacão Catarina*. Foram coletados, também, dados sobre catástrofes ocorridas no Brasil entre os anos de 1989 e 2009 e construídos gráficos para comparar o *Catarina* com outros furacões.

*RE03: Construção, implementação e análise de uma atividade de Modelagem Matemática: o relato de uma experiência* (ALVES et al., 2009). O tema abordado nesta atividade, com uma turma do 9º ano do Ensino Fundamental, foi o Holocausto. Os alunos foram convidados a se reunirem em grupos para analisar e discutir acerca do seguinte problema: *Qual o impacto provocado pelas mortes ocorridas na Segunda Grande Guerra na população mundial da época?* A partir do modelo construído, os alunos concluíram que as mortes ocorridas durante esse período influenciaram na população mundial, apresentando justificativas coerentes com base nas leituras e em seus conhecimentos. Todos argumentaram livremente suas produções e conclusões obtidas juntamente com seus grupos, utilizando argumentos matemáticos.

*RE04: Temperamento Musical e progressões geométricas: uma estratégia de Modelagem Matemática envolvendo elementos musicais* (CAMARGOS; MOREIRA; REIS, 2009). Atividade realizada em uma turma do 2º ano do Ensino

Médio. O professor iniciou a atividade relatando aos alunos um pouco sobre sua experiência musical. A partir disso, juntos elaboraram um problema que tratava da construção de um instrumento musical. Os alunos pesquisaram definições básicas sobre música e o professor levou instrumentos para a sala de aula para deixar mais claras algumas definições. Os alunos confeccionaram instrumentos musicais com materiais recicláveis e foi realizada uma apresentação musical na Mostra de Música do Colégio.

*RE05: A Modelagem e a Educação Ambiental na prática de sala de aula* (ROCHA; BISOGNIN, 2009). Relata uma atividade de Modelagem norteadas pelas etapas de Burak (2004). O tema escolhido pelos alunos de uma 8ª série do Ensino Fundamental partiu de sua curiosidade pelo plantio de eucaliptos na região. Conseguiram estabelecer conexões entre a Matemática e outras áreas do conhecimento, bem como fizeram um levantamento das vantagens e desvantagens da instalação de uma indústria de produção de celulose na região.

Relato	Categorias	Unidades de Significado
RE01	C1	C1.1; C1.2; C1.3
	C2	C2.1; C2.2; C2.3; C2.4
	C3	C3.1; C3.2; C3.3; C3.4; C3.5
	C4	C4.1; C4.2; C4.3; C4.4; C4.5
RE02	C1	C1.1; C1.2
	C2	C2.2; C2.4
	C3	C3.1; C3.3; C3.4; C3.5
	C4	C4.1; C4.3; C4.4; C4.5
RE03	C1	C1.1; C1.2
	C2	C2.2; C2.4
	C3	C3.1; C3.3; C3.4; C3.5
	C4	C4.1; C4.3; C4.4; C4.5
RE04	C1	C1.1; C1.2; C1.3
	C2	C2.1; C2.2; C2.3; C2.4
	C3	C3.1; C3.2; C3.4; C3.5
	C4	C4.1; C4.2; C4.3; C4.4; C4.5
RE05	C1	C1.1; C1.2; C1.3
	C2	C2.2; C2.4
	C3	C3.1; C3.2; C3.3; C3.4; C3.5
	C4	C4.1; C4.2; C4.3; C4.4; C4.5

**Quadro 1** - Categorias e respectivas unidades de significados contemplados por cada um dos cinco relatos selecionados.

## **5 Considerações finais**

Neste artigo, propomos o estabelecimento de um conjunto de ações que caracterizam uma atividade de Modelagem Matemática na perspectiva sociocrítica. Foram construídos alguns dos principais elementos que evidenciam as características gerais desta perspectiva, tomando como base alguns referenciais teóricos publicados sobre este tema, no Brasil, por autores que apresentavam um histórico de pesquisa nesta temática.

A importância deste trabalho extrapola a determinação das características da atividade de Modelagem Matemática, segundo os pressupostos teóricos da perspectiva sociocrítica, objetivando encaminhar essas discussões para a prática da Modelagem na sala de aula, ampliando o espectro de possibilidades para a compreensão da Matemática no âmbito científico e social.

A partir das categorias construídas, visando à caracterização de uma atividade de Modelagem Matemática na perspectiva sociocrítica, analisamos todos os 36 relatos de experiência apresentados na VI CNMEM e identificamos cinco relatos que apresentam uma atividade de modelagem cujas ações desenvolvidas descrevem diferentes práticas nas quais as Características da Perspectiva Sociocrítica da Modelagem Matemática podem ser contempladas.

Isso revela que, embora os autores desses relatos não tivessem explicitado no texto o enquadramento da atividade desenvolvida na perspectiva sociocrítica, ela mostrou-se presente nas práticas das aulas de Matemática, conduzindo e mediando ações específicas, conforme caracterizadas nas unidades de significado descritas.

Esta pesquisa aponta alguns encaminhamentos que podem subsidiar os professores quanto à prática da modelagem na sala de aula, favorecendo um envolvimento maior dos estudantes não apenas com o conhecimento matemático, mas também nas discussões, decorrentes deste saber, em outras áreas do conhecimento.

É importante ressaltar que, muitas das características aqui indicadas não são exclusivas da perspectiva sociocrítica, e a opção por esta abordagem não implica na exclusão dos propósitos característicos de outras perspectivas da Modelagem Matemática.

No entanto, consideramos que uma atividade de Modelagem se enquadra na perspectiva sociocrítica apenas se desenvolver um conjunto de ações que atenda todas as quatro categorias construídas. Com isso, entendemos que é o conjunto, descrito por essas quatro categorias, que qualifica uma atividade de

modelagem especificamente na visão sociocrítica, e, portanto, atende as principais metas propostas nesta perspectiva.

## Referências

ALVES, L. S. A.; LEITE, V. M.; COSTA, W. O.; OLIVEIRA, M. L. C. Construção, implementação e análise de uma atividade de Modelagem Matemática: o relato de uma experiência. In: CONFERÊNCIA NACIONAL SOBRE MODELAGEM EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 6., 2009, Londrina. **Anais...** Londrina: UEL, 2009. p. 1-10. CD-ROM.

ARAÚJO, J. de L. Relação entre matemática e realidade em algumas perspectivas de modelagem matemática na educação matemática. In: BARBOSA, J. C.; CALDEIRA, A. D.; ARAÚJO, J. de L. (Orgs.) **Modelagem Matemática na Educação Matemática Brasileira**: pesquisas e práticas educacionais. Recife: SBEM, 2007. p. 17-32.

ARAÚJO, J. de L. Uma abordagem Sócio-crítica da Modelagem Matemática: a perspectiva da educação matemática crítica. **Alexandria**, Florianópolis, SC, v. 2, n. 2, p. 55-68, jul. 2009.

ARAÚJO, J. de L. Formatting real data in mathematical modelling projects. In: INTERNATIONAL CONGRESS ON MATHEMATICAL EDUCATION, 11<sup>th</sup>, 2008, Monterrey, México. **Proceedings...** Monterrey, México: Topic Study Group 21, 2009. p. 229-240.

ARAVENA, M.; CAAMAÑO, C. Mathematical Models in the secondary chilean education. In: INTERNATIONAL CONGRESS ON MATHEMATICAL EDUCATION, 11<sup>th</sup>, 2008, Monterrey, México. **Proceedings...** Monterrey, México: Topic Study Group 21. 2009. p. 159-176.

BARBOSA, J.C. Modelagem Matemática e a Perspectiva sócio-crítica. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE PESQUISAS EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 2., 2003, Santos, SP. **Anais...**Santos, SP: SBM, 2003. p. 1-13. GT Modelagem matemática. CDROM.

BARBOSA, J.C.; SANTOS, M. Modelagem Matemática, perspectivas e discussões. In: ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 9., 2007, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: SBEM, 2007. p. 1-12. CDROM.

BARBOSA, J. C. Mathematical modeling, the socio-critical perspective and the reflexive discussions. In: INTERNATIONAL CONGRESS ON MATHEMATICAL EDUCATION, 11<sup>th</sup>, 2008, Monterrey, México. **Proceedings...** Monterrey, México: Topic Study Group 21. 2009. p. 133-144.

BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. Luís Antero Reto e Augusto Pinheiro (Trad.). São Paulo: Martins Fontes, 1977.

BLOMHOJ, M. Different perspectives on mathematical modelling in educational research – categorizing the TSG21 papers. In: INTERNATIONAL CONGRESS ON MATHEMATICAL EDUCATION, 11<sup>th</sup>, 2008, Monterrey, México. **Proceedings...** Monterrey, México: Topic Study Group 21. 2009. p. 1 - 18.

BURAK, D. Modelagem Matemática e a Sala de Aula. In: ENCONTRO PARANAENSE DE MODELAGEM EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 1., 2004, Londrina. **Anais...** Londrina: UEL, 2004. p. 1-10. CD-ROM.

CALDEIRA, A. D. Mathematical modeling and environmental education. In: INTERNATIONAL CONGRESS ON MATHEMATICAL EDUCATION, 11<sup>th</sup>, 2008, Monterrey, México. **Proceedings...** Monterrey, México: Topic Study Group 21. 2009. p. 145-158.

CAMARGOS, C. B. R., MOREIRA, J. M., REIS, F. S. Temperamento Musical e progressões geométricas: uma estratégia de Modelagem Matemática envolvendo elementos musicais. In: CONFERÊNCIA NACIONAL SOBRE MODELAGEM EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 6., 2009, Londrina. **Anais...** Londrina: UEL, 2009. p. 1-23. CD-ROM

DIAS, J. L., CHAVES, M. I. A. Diálogos com/na Modelagem Matemática nas séries iniciais. CONFERÊNCIA NACIONAL SOBRE MODELAGEM EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 6., 2009, Londrina. **Anais...** Londrina: UEL, 2009. p. 1-17. CD-ROM.

JACOBINI, O.R.; WODEWOTZKI, M. L. L. Uma reflexão sobre a Modelagem Matemática no contexto da Educação Matemática Crítica . **Bolema**, Rio Claro, v. 19, n. 25, p. 71-88, 2006.

KAISER, G. S. B.; SRIRAMAN, B. A global survey of international perspectives on modelling in mathematics education. **Zentralblatt fur Didaktik der Mathematik**, Eggenstein, Leopoldshafen, v. 38, n. 3, p. 302-310, June 2006.

MORAES, R. Uma tempestade de luz: a compreensão possibilitada pela análise textual discursiva. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 9, n. 2, p. 191-211, 2003.

OREY, D. C.; ROSA, M. A dimensão crítica da modelagem matemática: ensinando para a eficiência sociocrítica. **Horizontes**, Bragança Paulista, v. 25, n. 2, p. 197-206, jul./dez. 2007.

ROCHA, K. L. S.; BISOGNIN, E. A Modelagem e a Educação Ambiental na prática de sala de aula. In: CONFERÊNCIA NACIONAL SOBRE MODELAGEM EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 6., 2009, Londrina. **Anais...** Londrina: UEL, 2009. p. 1-12. CD-ROM.

SANT'ANA, M. F.; VERGARA, G. F. P.; JORGE, M. O. Reflexões sobre uma primeira experiência com Modelagem Matemática: pontos de vista dos alunos e da professora. In: CONFERÊNCIA NACIONAL SOBRE MODELAGEM EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 6., 2009, Londrina. **Anais...** Londrina: UEL, 2009. p.1-19. CD-ROM..

SKOVSMOSE, O. **Travelling through education. Uncertainty, mathematics, responsibility.** Rotterdam: Sense Publishers, 2005.

**Submetido em Outubro de 2010.**

**Aprovado em Janeiro de 2012.**