

# MODELAGEM MATEMÁTICA: PONTOS QUE JUSTIFICAM A SUA UTILIZAÇÃO NO ENSINO

Tiago Emanuel Klüber

Universidade Estadual de Ponta Grossa – UEPG

Bolsista da CAPES

[tiago\\_kluber@yahoo.com.br](mailto:tiago_kluber@yahoo.com.br)

Dionísio Burak

Universidade Estadual do Centro-Oeste – UNICENTRO

Universidade Estadual de Ponta Grossa - UEPG

[dioburak@yahoo.com.br](mailto:dioburak@yahoo.com.br)

## Introdução

A Modelagem enquanto uma prática educativa no contexto da Educação Matemática é relativamente recente em nosso país, cerca de 20 anos. Ela tem diversas perspectivas e inúmeras implicações para o âmbito educacional, como os que serão apresentados nesse artigo.

Dentre as diversas concepções de Modelagem praticadas no Brasil, será destacada a de Burak (1987, 1992, 1998, 2004 e 2006), educador/pesquisador que se volta para a Educação Básica. Essa concepção foi escolhida por fazer parte do nosso histórico de pesquisa com modelagem desde 2004.

Este trabalho revela-se importante porque destaca, de maneira clara, cinco pontos contemplados por essa prática educativa, procurando justificar a sua utilização no âmbito da Educação Matemática e do Ensino. Interpreta e explicita pontos concernentes a: 1) construção e o desenvolvimento de conceitos e dos conteúdos matemáticos – a qual ocorre de forma dinâmica e procura a relação de cooperação entre o professor e o aluno; 2) contextualização das situações – entendida aqui como a relação entre os conteúdos e temas nos diversos contextos, sejam eles, o social, o econômico, o cultural; 3) integração com outras áreas do conhecimento – muito próxima a uma atitude interdisciplinar, pois permite o diálogo da matemática com outros campos; 4) socialização favorecida pelo trabalho em grupo – compreendida como o processo de

interação entre os alunos, o professor e a sociedade como um todo; e 5) ruptura com o currículo linear – que se constitui em umas das características mais importantes da Modelagem, pois com ela, não são os conteúdos que determinam o problema, mas o contrário.

As análises e a constituição das categorias foram elaboradas a partir das descrições contidas em dois trabalhos de Modelagem desenvolvidos na concepção de Burak. Esses se constituíram em dissertações, orientadas pelo referido autor. Valemos também de nossa experiência como pesquisador em Modelagem Matemática adeptos dessa concepção. Neste sentido, espera-se clarificar os pontos acima descritos, para que; professores, educadores, pesquisadores e outros interessados possam constituir uma massa crítica para discutir possibilidades da utilização da Modelagem.

Na seqüência faremos algumas considerações sobre a Modelagem conforme proposta por Burak, esclarecendo as etapas que devem ser seguidas e, posteriormente, as análises que são denominadas pelos cinco pontos expostos acima, para ao final, tecermos considerações gerais sobre os assuntos abordados no artigo.

### **Considerações sobre a Modelagem na perspectiva de Burak**

Para o desenvolvimento de uma atividade com modelagem matemática Burak (1998, 2004), sugere cinco etapas: 1) *escolha do tema*; 2) *pesquisa exploratória*; 3) *levantamento dos problemas*; 4) *resolução dos problemas e o desenvolvimento do conteúdo matemático no contexto do tema*; 5) *análise crítica das soluções*. Essas etapas devem sempre ser encaminhadas levando-se em consideração os dois princípios propostos pelo autor: 1) o interesse do grupo; e 2) a obtenção de informações e dados do ambiente, onde se encontra o interesse do grupo<sup>1</sup>. Durante todo o processo da Modelagem, a postura do professor é primordial, pois assume o papel de mediador<sup>2</sup>.

Na *Escolha do tema* o professor pode apresentar aos alunos alguns temas e incentivar aos próprios alunos a sugerirem aqueles que lhes sejam do interesse. O tema escolhido pode não ter nenhuma ligação imediata com a Matemática ou com

---

<sup>1</sup> Podem ser coisas próprias do ambiente próximo, ou externas, justamente por ser contextual. Assim, ambiente pode ser entendido como o contexto escolhido pelos alunos. Como por exemplo, temas televisivos, futebolísticos e outros.

<sup>2</sup> O professor mediador não é no sentido de transmissão, como aquele que sabe os conteúdos e repassa aos alunos, apenas sendo uma “ponte” para os conteúdos. Mediador e tomado de forma interacional, ou seja, considera o que os alunos sabem e a partir do que ele, professor sabe, estabelece um diálogo de aprendizagem.

conteúdos matemáticos. Pode ser enquadrado nas mais diversas atividades, como as agrícolas, industriais, de prestação de serviços ou temas de interesses momentâneos, que estão na mídia, brincadeiras, esportes, política, dentre outros.

Na *Pesquisa exploratória* após a escolha do tema, os alunos e o professor buscam dados a partir de materiais e subsídios teóricos, técnicos, informativos dos mais diversos, nos quais contenham informações e noções sobre o tema que se quer investigar/pesquisar. A pesquisa<sup>3</sup> de campo é fundamental, pois o contato com o ambiente é um ponto importante do trabalho com a Modelagem e ajuda o aluno a desenvolver aspectos formativos, investigativos.

No *Levantamento dos problemas* de posse dos dados coletados na fase anterior os alunos são incentivados a levantar questões pertinentes ao tema. Os problemas na perspectiva da Modelagem apresentam-se com características diferentes do livro texto, são abertos, são elaborados a partir dos dados, e são contextualizados, como por exemplo: qual o custo de uma casa de 70 m<sup>2</sup>? Esse tipo de problema enseja vários subproblemas. No exemplo dado, os subproblemas poderiam ser: Qual o custo do telhado? Qual o custo do piso da construção? Qual o custo dos tijolos? etc.

Assim, cada decisão tomada em relação aos tipos de materiais, a metragem, à arquitetura, ensejaria vários subproblemas e o possível desenvolvimento do conteúdo matemático. Essa fase da Modelagem é muito rica, pois desenvolve no aluno a capacidade de tomar decisões, de formular hipóteses, de questionar as várias possibilidades de resolução de um mesmo problema.

Seguindo as etapas, durante a *Resolução dos problemas e o desenvolvimento do conteúdo matemático no contexto do tema* proporciona-se a abertura para a busca de respostas aos problemas levantados com o auxílio do conteúdo matemático, que pode ser apreendido a partir dos problemas por meio de exemplos simples e até mesmo de forma empírica, para posteriormente ser sistematizado.

No trabalho com a Modelagem faz-se um caminho inverso do usual, neste os conteúdos determinam os problemas, na Modelagem os problemas determinam os conteúdos a serem usados para resolver as questões oriundas na etapa anterior.

Nessa etapa os conteúdos matemáticos passam a ter significado e no decorrer do processo podem surgir os modelos matemáticos, porém, não é a finalidade dessa concepção de modelagem, que objetiva explicar matematicamente situações do

---

<sup>3</sup> Pesquisa em sentido de busca, de investigação, com princípio científico e educativo.

cotidiano das pessoas, ajudando-as a fazer previsões e tomar decisões (BURAK, 1987 e 1992).

No trabalho com a Modelagem no nível considerado, a construção dos modelos surge para se ampliar uma idéia, generalizar uma situação, algumas vezes para se resolver uma situação – problema. Na Modelagem, nessa forma de concebê-la, o conceito de modelo é ampliado para entendê-lo como uma representação, podendo valer-se de fórmulas, de tabelas de preços, de equações já conhecidas, de gráficos, de plantas baixas de uma casa, dentre outras. Portanto, são pelo menos três maneiras de se entender os modelos: 1) Modelos já prontos; 2) Modelos Matemáticos construídos para a resolução dos problemas; e 3) modelos não matemáticos – Dessa forma, uma lista de supermercado pode ajudar a tomar decisões e a fazer previsões.

A *Análise crítica das soluções* é a etapa marcada pela criticidade<sup>4</sup>, não apenas em relação à matemática, mas em outros aspectos, como a viabilidade e a adequabilidade das soluções apresentadas, que muitas vezes são lógica e matematicamente coerentes, porém inviáveis para a situação em estudo. É uma etapa que favorece a reflexão acerca dos resultados obtidos no processo e como estes podem ensejar a melhoria das decisões e ações. Contribui para a formação de cidadãos participativos, mais autônomos que auxiliem na transformação da comunidade em que participam, pois terão a matemática como mais uma ‘aliada’ no processo de avaliação das condições sociais, econômicas, políticas e outras.

Depois de ter explicitado as etapas seguidas na Modelagem Matemática, conforme a concepção de Burak, passaremos ao esclarecimento da constituição das categorias e das análises apresentadas.

### **Os pontos analisados**

As análises das duas dissertações estão incorporadas nas categorias, assim, torna-se mais fácil a compreensão sobre o que nelas é tratado. É estabelecido um diálogo com alguns autores que abordam sobre os pontos destacados nas categorias. Vale ressaltar que as interpretações foram elaboradas antes de qualquer referencial teórico prévio, dessa maneira os autores trazidos contribuem para o debate, portanto, as explicitações não são fechadas em termos de um referencial teórico pré-definido.

---

<sup>4</sup> Não que não se faça presente nas etapas anteriores, entretanto, agora se tem mais instrumentos para que seja efetuada a crítica.

Mesmo as categorias sendo apresentadas separadamente há fortes intersecções entre elas, pois a contextualização pode favorecer a construção do conhecimento, a integração com outras áreas do conhecimento, a ruptura com a linearidade do currículo e ainda a socialização entre professor e aluno, aluno e aluno, escola e aluno. Por conseguinte, aparecerão argumentos em uma categoria que é justificada pela outra e assim por diante.

### **Construção e o desenvolvimento de conceitos e dos conteúdos matemáticos**

Busca-se apresentar a construção do conhecimento através dos pressupostos construtivistas, interacionistas e de aprendizagem significativa, sugeridos por Burak (1998). O aluno e o professor são considerados sujeitos ativos do processo de ensino e de aprendizagem, o que se efetiva a partir de uma comunicação dialógica em sala de aula. Valoriza-se o que o aluno já sabe e traz em sua bagagem de conhecimento, o meio social em que convivem o professor e aluno com diferenças culturais e outras. Por isso consideramos a Modelagem como uma facilitadora da construção do conhecimento e de conceitos matemáticos.

O desenvolvimento dos conteúdos matemáticos não segue a rigidez do livro didático e muito menos o conteúdo que o professor define trabalhar. Os conceitos surgem na medida em que se faz necessária a sua explicitação, o seu auxílio para a resolução das situações-problema. Isso pode ser identificado quando Soistak (2006), afirma que os alunos da 1ª série “C”, do ensino médio profissionalizante em agropecuária de uma escola de Ponta Grossa, levantaram o problema da análise da variação dos preços e quantidades de soja produzidas. “Assim houve necessidade de aprofundar o assunto de porcentagem e regra de três [...]” (p. 68). Ocorreu a necessidade de uma revisão que não foi estabelecida *a priori*, mas que apareceu como oportunidade de reconstrução de conceitos, agora com significado no contexto.

Outro conteúdo matemático que pôde ser desenvolvido a partir do tema *a cultura do soja* foi o de funções, o qual veio a aparecer após os alunos constatarem que em relação ao soja “[...] a produtividade média nas lavouras brasileiras se mantém em 800 kg/ha” (SOISTAK, 2006, p. 69). Funções lineares foram estudadas pela simples percepção de professor e alunos que, com a variação da área plantada a quantidade de grãos colhidos também varia.

Já na 1ª série “A”, além dos conteúdos acima mencionados, foi possível de ser trabalhado o conteúdo de funções compostas. Surgiu da observação do professor e dos alunos que a “[...] receita obtida é encontrada através da função de sacas colhidas, e essa através da área plantada”<sup>5</sup> (SOISTAK, 2006, p. 85). Essas situações permitiram a construção de conceitos importantes a partir das investigações realizadas, sem definições prévias, assim pode-se aproveitar o que os alunos já sabiam sobre o tema pesquisado.

As equações de segundo grau puderam ser estudadas a partir de desenhos de terrenos para que se fizessem projeções para o plantio. E, buscando aproveitar ao máximo as medidas de um terreno, puderam estudar funções quadráticas, as quais possibilitam encontrar pontos de máximo e mínimo.

Gomes (2002) parte do tema da disciplina<sup>6</sup> que ministrava para o curso de ensino superior de agronomia e cujo tema central foi **água na agricultura**. Deste tema outros sub-temas puderam ser trabalhados sempre com a participação efetiva dos alunos.

A construção de conhecimentos matemáticos no trabalho de Gomes não ficou tão evidente quanto no trabalho de Soistak, justamente por não trabalhar diretamente com matemática, porém, a autora esclarece que os alunos se interessavam muito pelas discussões levantadas em sala de aula e que isso contribuía para que eles pudessem juntamente com a professora construir o seu conhecimento.

Sobre isso Gomes (2002) explica que durante a resolução de problemas propostos para a disciplina de hidráulica, os alunos tiveram muitas dúvidas com relação aos conteúdos de unidades de medidas e números decimais. Em decorrência, ela pôde mostrar nas atividades por eles desenvolvidas, as possíveis aplicações do conteúdo de unidades de medidas e as operações com números decimais eram importantes, reafirmando o já explicitado, que na Modelagem os problemas levantados durante o processo é que determinaram o conteúdo matemático a ser desenvolvido.

## A contextualização

---

<sup>5</sup> Função referente ao número de sacos de 60 kg colhidos em relação à área plantada :  $s(x) = 12x$ ; Função que se refere à quantidade de sacos colhidos e seu valor para venda:  $r(x) = 35x - 100$ ; Função composta encontrada:  $r[s(x)] = 35(12x) - 100$  ou  $r[s(x)] = 420x - 100$ .

<sup>6</sup> Hidráulica Agrícola para o curso do 3º ano do curso superior de Agronomia.

Conforme Morin (s/d), contextualizar é unir a parte ao todo e o todo à parte, não somando partes para compor o todo, antes é uma interdependência das partes com o todo e vice-versa. Assim, evita-se a excessiva especialização, a qual separa os conteúdos e o conhecimento do seu significado que é enraizado no contexto em que foi produzido. Etimologicamente a palavra contexto significa enraizar a referência no texto do qual foi extraído, pois longe dele, a referência perde uma parte substancial de seu sentido.

No âmbito da Educação Matemática, Moysés (1997) diz que o contexto “[...] permite que não se perca o fio condutor ao se resolver um problema de matemática” (p. 68). Por isso mantém o sentido do todo e das operações mentais que são particulares, afirma ainda que através do contexto, o educando está mais apto a resolver um problema adequadamente e também utilizá-lo em novas situações de sua vida.

Tomando a contextualização como uma postura e uma oportunidade de busca do significado daquilo que se aprende e se faz, os trechos abaixo procuram evidenciar possíveis aproximações de uma contextualização através da Modelagem.

A contextualização a partir da Modelagem Matemática aparece logo no início da descrição do trabalho de Soistak (2006). Fica evidenciada desde a escolha do tema: *a cultura do soja*. Tema que os alunos da 1ª série “C” escolheram após a discussão e sugestão de vários temas ligados ao curso, como por exemplo: “[...] criação de bovinos, cavalos, aves, agricultura, soja milho, clonagem de animais [...]” (p. 67). Esse processo de contextualização não se deu de maneira abrupta, deu-se de forma natural, veio ao encontro dos interesses do grupo que estudava.

Outro ponto referente à contextualização ocorreu quando os alunos dessa mesma turma procuram saber os valores para a venda do soja. Os educandos puderam estudar a cotação do dólar em relação ao real e a outras moedas, dando significado aos conteúdos de proporção e sistema monetário, que muitas vezes são obscuros.

O contexto, então, não é apenas aquele que o indivíduo ou grupo está inserido, mas também é o mundo que ele vive e convive, influencia e é influenciado. Dito de outra maneira, o conteúdo matemático foi contextualizado, o que permitiu avaliar o contexto do mercado<sup>7</sup>, as diferenças, as discrepâncias e outras variáveis do

---

<sup>7</sup> Mercado em sentido genérico, para designar a venda do soja.

gênero. Permitiu extrapolar o simples contexto da matemática com característica mais internalista e encontrar relações em outras esferas de significado, como a econômica.

Esse tipo de contextualização oferece significado aos conteúdos matemáticos que surgem no processo da modelagem a partir das necessidades de pesquisa que essa prática educativa proporciona. Portanto, os conteúdos mantêm estreita ligação com o contexto dos alunos, professores, da escola e da sociedade.

Ao longo do trabalho desenvolvido por Soistak (2006), houve necessidade de mudança para reorientar o processo. A principal mudança ocorreu no sentido dos alunos poderem desenvolver uma pequena plantação de soja na propriedade do colégio que estudavam.

Essa situação devolveu o interesse aos participantes da pesquisa e ofereceu condições concretas de investigação. Os alunos buscaram inúmeras informações para dar conta da seguinte situação: “[...] fazer o levantamento do que precisa e de quanto precisa para plantar soja numa área limitada por 2 km de perímetro” (Idem, p. 70).

Esse tipo de situação não possui respostas fechadas, prontas, que apenas um modelo ou fórmula matemática resolve. Necessita de um pensamento mais qualitativo, abrangente e, por conseguinte, que outras questões subjacentes sejam enunciadas e respondidas. Questões do tipo: Que unidades de medida são utilizadas para o plantio? O quilômetro? O metro? O Alqueire ou Hectare? Quais as diferenças e as relações entre elas? E assim por diante.

Muitas semelhanças ao acontecido na 1ª série “C” descritas no trabalho de Soistak (2006) ocorreram com a 1ª série “A”, na qual o tema escolhido pela maioria dos alunos foi novamente *a cultura do soja*. Da mesma forma, outros temas foram sugeridos: como a criação de bovinos, suínos e eqüinos, a cultura do soja e do milho e ainda outros temas que nada tinham a ver com o contexto escolar<sup>8</sup> como o futsal (futebol de salão) e a cesta básica, mas que tinham relação direta com os interesses e com as expectativas dos alunos.

A contextualização referente aos conteúdos matemáticos também se deu acerca dos padrões de medida estabelecidos atualmente. Fizeram-se comparações do metro com as medidas não oficiais (palmo, braça, cúbito, dentre outras), das quais

---

<sup>8</sup> Contexto de uma escola profissionalizante em agropecuária.

muitas delas eram conhecidas pelos alunos, uma vez que eles, em sua maioria, eram filhos de camponeses que utilizavam tais medidas.

Uma investigação histórica sobre o surgimento da medida padrão (O metro), também pode ser efetuada pelos alunos. Estes tiveram a oportunidade de saber a origem de tal medida e de qual material ela era feita. Inclusive sabendo que a medida inicialmente padronizada era uma barra confeccionada por 90% de platina e 10% de irídio, com densidade 21,53 e que foi substituída mais tarde por uma medida baseada no comprimento de onda radioativa emitida pelo gás denominado criptônio.

Na dissertação de Gomes (2002), há uma fala do aluno que diz “É bem melhor quando a gente ‘descobre’ a importância do que vamos estudar” (p.54). Outro momento que fica explícita a contextualização do conteúdo de física é quando um outro aluno diz “Não pensei que fosse usar física, numa situação tão comum” (p.67). Um dos grupos formados para a apresentação dos seminários já trabalhava com a irrigação e, por isso, pôde-se aproveitar os conhecimentos que os alunos já possuíam e fazê-los ir além, incentivando-os e estimulando-os a buscarem mais informações e mais conhecimento.

### **Integração com outras áreas do conhecimento**

A integração com outras áreas do conhecimento é chamada muitas vezes de interdisciplinaridade, que é, antes de tudo, uma postura dialógica em relação a outras esferas de conhecimento, não é uma simples aplicação de conceitos de uma área para outra de maneira forçada. Machado (1995), explicita que

“[...] a interdisciplinaridade é hoje uma palavra-chave para a organização escolar; pretende-se com isso uma intercomunicação efetiva entre as disciplinas, através da fixação de um objeto comum diante do qual os objetos particulares de cada uma delas constituem subobjetos” (MACHADO, 1995, p. 193).

Por entendermos que o tema é possível de ser o objeto comum entre as diferentes áreas, no trabalho de Soistak (2006) ficam clarificadas algumas intersecções com outras áreas do conhecimento através do tema, como por exemplo, com a história. Os alunos fizeram um resgate histórico da padronização do metro como uma unidade de

medida. E, no próprio âmbito da escola, com o envolvimento de professores de diferentes áreas, que foi o caso do “[...] técnico agrícola [...] da agrônoma e também professora do colégio da disciplina de horticultura” (p.71). Esses professores ajudaram os alunos a esclarecer dúvidas referentes ao plantio. Entretanto, Soistak não descreve nenhum fato que pudesse caracterizar uma maior integração entre as áreas, principalmente nesta participação de professores de disciplinas. Entretanto, é inegável a aproximação das áreas e das subáreas.

O momento mais evidente da descrição do trabalho de Gomes (2002), que se refere à integração com outras áreas do conhecimento aparece na apresentação dos artigos selecionados pelos alunos para a apresentação nos seminários “[...] além dos tópicos ligados à hidráulica, entraram questões ligadas à saúde [...] produtos orgânicos e convencionais, indo mais além ao envolver os transgênicos” (Idem, p. 60). Tópicos como legislação atual, direito e até mesmo órgãos do governo foram contemplados nas discussões, transpondo a barreira disciplinar e fragmentada de uma disciplina.

Questões ecológicas e ambientais foram abordadas. Implicações econômicas, conscientização, racionamento, comércio da água se fizeram presentes durante o processo de Modelagem Matemática.

### **Socialização favorecida pelo trabalho em grupo**

Considerando juntamente com Delval (2001) que uma das principais funções da escola é a socialização dos alunos, fazendo com que eles participem da vida social, relacionem-se com os seus pares e adquiram formas de interação com os outros, é que justificamos destacar nesta categoria os momentos que caracterizam os atos de socialização presentes dos trabalhos de Modelagem.

A socialização, no trabalho de Soistak (2006), se deu já na escolha do tema, tanto para a 1ª série “C” como para a 1ª série “A”. A interação entre professor e aluno caracterizou-se em um processo social dialógico, no qual ambas as partes têm a possibilidade de expressarem seus pontos de vista. O ‘silêncio’ da sala de aula foi quebrado, pois ocorreram inúmeras discussões entre os alunos “[...] Durante a exposição de cada tema houve muita discussão entre os alunos, alguns defendendo o que propuseram e outros mudando de opinião, achando os outros mais interessantes” (SOISTAK, 2006, p. 67).

Igualmente na experiência de Gomes (2002) os alunos puderam socializar os conhecimentos sobre o tema *a água na agricultura* “cada equipe antes de entregar o artigo referente à pesquisa solicitada na aula anterior [...] deveria fazer um comentário quanto a importância do assunto selecionado” (p. 58). No momento das apresentações dos artigos e discussões em grupo, os alunos não queriam parar o debate nem mesmo após o término da aula “Terminamos a aula em função do avanço da hora, mas vários alunos reclamaram porque queriam continuar com o debate” (p. 61).

E ainda, a atitude dos alunos modificou-se, eles iniciavam as discussões acerca do tema, sem que a responsável pela turma pedisse que eles o fizessem “[...] entraram com vontade, animados, já perguntando sobre o assunto que iria ser visto e anunciando que estavam caprichando no trabalho dos seminários (idem, p. 79)”.

No decorrer das apresentações das pesquisas realizadas pelos alunos e descritas na dissertação de Soistak, houve a socialização dos dados através de tabelas e outras fontes. Eles fizeram questionamentos e foram questionados, “[...] os próprios alunos levantaram o problema de saber analisar a variação de preços e das quantidades produzidas” (p. 68).

O trabalho em grupo reforçou o processo de interação social dos alunos, haja vista que tinham a necessidade de se reunirem para a elaboração de suas apresentações. Reunidos em grupo eles partilharam idéias e fizeram recorrência aos conteúdos matemáticos. Sobre isso Soistak (2006) diz “[...] os alunos reuniram-se em grupos e realizaram transformações de medidas referentes a medida das propriedades que cada aluno possui” (p. 77). Na perspectiva de Vygotsky segundo Camargo (1999) deve-se compreender “[...] a interação no processo de ensino-aprendizagem como aquela que, estabelecida entre professor-aluno e aluno-aluno, se proporciona a aprendizagem” (p.67).

E, por fim, num estudo sobre aplicações das funções em relação ao tema *a cultura do soja*, os alunos fizeram suas considerações sobre o conteúdo matemático. Os alunos depois de reunidos em grupo apresentaram sua situação-problema e o seu estudo aos demais colegas, tais apresentações geraram várias discussões e análises em relação ao conteúdo de funções, quanto à sua forma e validade com situações reais (SOISTAK, 2006).

### **Ruptura com o currículo linear**

Para Machado (1995), o maior problema com relação às disciplinas escolares não é a construção do conhecimento, mas sim a linearidade acerca da apresentação dos conteúdos. Esta fica impregnada no currículo como um dogma e dificulta em grande parte o desenvolvimento dos conceitos, solicitando uma ordem, um encadeamento lógico que obrigatoriamente necessita de pré-requisitos. Assim, este autor afirma que é necessário romper com esse tipo de concepção de conhecimento. Essa idéia de linearidade não dá conta da complexidade do currículo e da construção do conhecimento, que acontece em relações múltiplas e muitas vezes em desordem.

Neste sentido, é que entendemos a Modelagem como uma possibilidade de ruptura com a linearidade do currículo, pois nela, não são os conteúdos que determinam os problemas ou as situações, mas os problemas ou situações que determinam os conteúdos. Tal afirmação fica confirmada quando os alunos sentem a necessidade de elaborar a análise dos dados que haviam coletado sobre as variações de preços e quantidades do soja produzido. “Assim houve a necessidade de aprofundar o assunto de porcentagem e regra de três [...]” (SOISTAK, 2006, p. 68).

Esse conteúdo é habitualmente ministrado em turmas de sextas séries no ensino fundamental. Quando foi retomado no ensino médio, através da Modelagem, teve um enfoque diferente, ou seja, serviu como um instrumento de interpretação da situação estudada pelos alunos. Portanto, não seguiu o conteúdo programático contido nos livros didáticos. Outra situação descrita que coloca mais luz à questão foi o desenvolvimento conteúdo matemático denominado: unidades de medidas - que não é tratado no ensino médio, mas pôde ser revisado e aprofundado com a investigação oportunizada pela Modelagem.

A partir do tema escolhido surgiu a possibilidade do cálculo de áreas, as quais foram relacionadas com as diversas unidades de medidas como o hectare, o alqueire, dentre outros. Assim, é adequado afirmar que o contexto permite variações, encaminhamentos diferentes do sugerido pelo currículo linear, pois conteúdos considerados de outras séries podem e aparecem na resolução das situações de Modelagem, como no exemplo acima. Esses três exemplos evidenciam o aspecto não linear do conteúdo matemático trabalhado através da Modelagem Matemática na perspectiva de Burak.

Ao contrário do usual, na experiência com Modelagem, realizada por Gomes (2002) a disciplina foi conduzida durante um semestre a partir do tema escolhido a **água na agricultura**. “[...] aproveitamos o momento para ressaltar que

nesse semestre não iríamos trabalhar essa disciplina nos limites da Hidráulica Agrícola, que iríamos ampliar mais, focados justamente naquele tema” (p. 52). O tema ensejou diferentes perspectivas. Outros tópicos que não constavam na ementa puderam ser abordados. Na disciplina o assunto Ciclo Hidrológico não constava na ementa, mas foi apresentado como um sub-tema e pode ser explorado e discutido pelos alunos durante as aulas. Como a disciplina não era de Matemática e sim de Hidráulica, o método da Modelagem conforme proposto por Burak foi além do ensino de matemática, se mostrando eficaz em outra área do conhecimento. A interseção mais importante a ser ressaltada deste trabalho é justamente essa; a Modelagem permite a interseção com outras áreas do conhecimento e não precisa necessariamente ser desenvolvida em uma disciplina de matemática.

### **Concluindo**

Este artigo abordou cinco pontos contemplados em atividades de modelagem que seguem a concepção de Burak (1998), foram eles: 1) construção e o desenvolvimento de conceitos e dos conteúdos matemáticos; 2) contextualização das situações; 3) integração com outras áreas do conhecimento; 4) socialização favorecida pelo trabalho em grupo; e 5) ruptura com o currículo linear.

As interpretações evidenciaram que a Modelagem favorece a concretização destes pontos, na medida em que favorece outras possibilidades de encaminhamentos que superam as formas usuais de ensino. Por este motivo afirmamos que a Modelagem pode ser uma forte aliada dos professores de matemática e outros que buscam romper com a hegemonia da transmissão. Pois o método da Modelagem possibilita o diálogo e outro caminho, deslocando o sentido do ensino usual que seria do professor para o aluno para a interação e cooperação no processo de ensino e de aprendizagem, portanto, parafraseando Freire (2004), não há um educador do educando, ou um educando do educador. Há sim, um educador-educando e educando-educador. Ambos são sujeitos do processo de ensino-aprendizagem.

Espera-se ter contribuído para evidenciar que a Modelagem Matemática pode ser ainda mais estudada, refletida, investigada e utilizada pelos professores de Matemática e de outras disciplinas, que visem mudar sua forma de ensinar e que estão dispostos a encarar a empreitada de uma Educação que tenha significado para o que ensina-aprendendo e para o que aprende-ensinando.

## Referências Bibliográficas

BURAK, D. **Modelagem matemática**: uma alternativa para o ensino de matemática na 5ª série. 1987. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1987.

\_\_\_\_\_. **Modelagem matemática**: ações e interações no processo de ensino-aprendizagem. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1992.

BURAK, D. Formação dos pensamentos algébricos e geométricos: uma experiência com modelagem matemática. **Pró-Mat.** – Paraná. Curitiba, v.1, n.1, p.32-41, 1998.

BURAK, D. A modelagem matemática e a sala de aula. In: **Anais I Encontro Paranaense de Modelagem em Educação Matemática – I EPMEM.** 2004, Londrina: UEL. 1CD – ROM.

BURAK, D. Modelagem Matemática: experiências vividas. **Analecta**, Guarapuava, PR, v. 6, n.2, p.33-48, 2005.

BURAK, D. Modelagem Matemática: avanços, problemas e desafios. In: **II EPMEM - Encontro Paranaense de Modelagem em Educação Matemática**, 2006, Apucarana, PR. **Modelagem Matemática: Práticas, Críticas e Perspectivas de Modelagem na Educação Matemática**, 2006. p. 1-9.

CAMARGO,S.J. Interação professor – alunos:a escola como espaço interativo. In:MARTINS, B.J organizador. **Na perspectiva de Vygotsky.** São Paulo: Quebra Nozes/Londrina CEFIL, 1999, p. 47-80.

DELVAL, J. Socialização. In\_\_\_\_\_ **Aprender na vida e aprender na escola.** Porto Alegre: ARTMED, 2001, p. 86-88.

FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido.** 17ª ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2004.

GOMES, C. K. C. **Alternativa metodológica à luz da Modelagem Matemática para uma disciplina**. 2002. Dissertação (Mestrado em Educação). Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2002.

MACHADO, N. J. **Epistemologia e didática**: as concepções de conhecimento e inteligência e a prática docente. São Paulo: Cortez, 1995.

MORIN, E. **Da necessidade de um pensamento complexo**. Tradução: Juremir Machado da Silva. (s/d) Disponível em <http://geccom.incubadora.fapesp.br/portal/tarefas/projetos-em-multimeios-i-e-ii-puc-sp/textos-uteis/pensamentocomplexo.pdf>, consultado em 07/02/07.

MOYSÉS, L. Contextualizar a matemática: O grande desafio do professor. In: \_\_\_\_\_. **Aplicações de Vygotsky à Educação Matemática**. Campinas: Papirus, 1997. p. 65-73. (Coleção Magistério: formação e trabalho pedagógico)

SOISTAK, A. V. F. **Modelagem matemática no contexto do ensino médio**: possibilidade de relação da matemática com o cotidiano. 2006. Dissertação (Mestrado em Educação). Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2006.