

As contribuições das Tecnologias de Informação e Comunicação para o desenvolvimento de atividades de Modelagem Matemática na Educação

Básica: um estudo a partir de trabalhos disponíveis no CREMM

Contributions of information and communication technologies to develop modeling mathematical jobs in basic education: a study from available jobs in CREMM

Mirian Ramos da Silva¹

mirianramos@matl.pontal.ufu.br

Mirian Maria Andrade²

mirian@pontal.ufu.br

Resumo

Este texto versa sobre uma pesquisa realizada como Trabalho de Conclusão de Curso, na Universidade Federal de Uberlândia, campus do Pontal, na qual investigamos alguns trabalhos que utilizaram as Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC), mais especificamente o computador, para o desenvolvimento de atividades de Modelagem Matemática. Nossa intenção foi verificar quais as possíveis contribuições que a utilização das TIC teve para o desenvolvimento de trabalhos de Modelagem. Sob à luz da metodologia da pesquisa qualitativa selecionamos, por meio da leitura dos resumos e das palavras-chave, alguns trabalhos, na página virtual do Centro de Referência de Modelagem Matemática no Ensino (CREMM), para serem estudados na íntegra. Todos os trabalhos selecionados tratam do ensino de matemática na Educação Básica. Analisamos nove trabalhos que tratam da utilização da Modelagem Matemática, do computador e suas possíveis relações e, a partir da leitura dos trabalhos selecionados, preenchemos uma ficha de registro de cada um deles. Ao desenvolver o exercício analítico desses textos, por meio da lente teórico-metodológica da qual nos apropriamos, foi possível criar categorias que nos permitiram verificar que essas contribuições podem ser percebidas de dois modos distintos: as contribuições explícitas (aquelas que o autor do trabalho apresenta juntamente com suas considerações); e as contribuições implícitas (aquelas que identificamos por meio de um exercício de reflexão).

Palavras-chave: Tecnologias de Informação e Comunicação. Modelagem Matemática. CREMM. Educação Matemática.

Abstract

This text deals with a survey conducted as monography, at the Federal University of Uberlândia, Pontal Campus, in which we investigated some works that have used information and communication technologies (ICT), more specifically the computer, to the development of Mathematical Modeling projects. Our intention was to verify the possible contributions that ICT had to develop modeling jobs. Highlight the qualitative research methodology

¹ Graduanda do curso de Matemática da Universidade Federal de Uberlândia, campus do Pontal – Ituiutaba – MG, Brasil.

² Doutora em Educação Matemática pela UNESP/Rio Claro e docente da Universidade Federal de Uberlândia (UFU), campus do Pontal - Ituiutaba-MG, Brasil.

selected, through reading the abstracts and keywords, some work in virtual page of the reference center of mathematical modeling in teaching (CREMM), then it can be studied in its entirety. All selected works dealing with the teaching of mathematics in basic education. Reviewed nine studies that deal with the use of mathematical modeling, computer and its possible relationships and from reading of selected works fill in a registration form for each of them. When developing the analytical exercise of these texts, by means of theoretical-methodological lens, that we adopt, it was possible to create categories that allowed us to verify that these contributions can be perceived in two distinct modes: explicit contributions (those that the author of the work presents along with their considerations); and the implied contributions (those we have identified through a brainstorming exercise).

Keywords: Information and communication technologies. Mathematical Modeling. CREMM. Mathematics Education.

Introdução

Este texto aborda as tramas e as conclusões de uma monografia realizada no curso de Matemática – Licenciatura, da Universidade Federal de Uberlândia, campus do Pontal. O interesse em estudar questões ligadas à Educação Matemática, mais especificamente, questões relacionadas ao ensino e à aprendizagem da Matemática, surgiu a partir de algumas disciplinas oferecidas neste curso de licenciatura. Essas disciplinas nos apresentam reflexões sobre a Educação Matemática, de um modo geral, e sobre a sala de aula e a escola, de modo mais particular. Um dos objetivos de uma dessas disciplinas, cujo foco é o estudo sobre Modelagem Matemática, consiste em desenvolver um modelo matemático que possa representar a solução de uma inquietação da realidade, de ordem social, ou um modelo fictício.

Iniciando a nossa investigação, aprofundamos nossos estudos sobre Modelagem e isso nos permitiu perceber que o trabalho com a Modelagem Matemática pode estar associado a outro, ou outros, recursos didático-metodológicos. Assim, a partir das leituras realizadas, nos interessamos por investigar o uso das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) nos trabalhos de Modelagem Matemática. A princípio, verificamos, por meio dos nossos estudos, que esse “diálogo” da Modelagem com as tecnologias, desperta o interesse dos alunos, pois os recursos tecnológicos podem motivá-los a participarem do processo de construção do conhecimento matemático.

De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais, (Brasil, 1998, p.48), “o computador pode ser usado como elemento de apoio para o ensino, mas também como fonte de aprendizagem e como ferramenta para o desenvolvimento de habilidades”. Deste modo, a Modelagem Matemática e as TIC podem desenvolver, segundo Franchi (2007, p.180), “potencialidades e ao mesmo tempo exercitar o pensamento crítico e a cidadania”. O uso das

TIC e da Modelagem Matemática, portanto, vêm originando diversas modificações no ensino, permitindo possibilidades de (re)construção do conhecimento e maior envolvimento dos alunos no processo de ensino e aprendizagem, sobretudo, da matemática. Segundo Tikhomirov (1981 apud BORBA; PENTEADO, 2007, p.49), “os computadores não substituem ou apenas completam os seres humanos. Os computadores reorganizam os pensamentos. [...] há uma influência mútua entre seres humanos e a tecnologia, pois estão fortemente ligados, um dependendo do outro”.

A partir dessas considerações, nos pareceu relevante investigar alguns trabalhos que utilizaram as TIC, sobretudo o computador³, para o desenvolvimento de atividades de Modelagem Matemática, com a finalidade de verificar quais as contribuições do uso das tecnologias para o desenvolvimento desses trabalhos.

Delimitando nosso campo de estudo optamos por investigar trabalhos disponíveis no Centro de Referência de Modelagem Matemática no Ensino – CREMM. O CREMM é um ambiente virtual que abriga trabalhos de Modelagem Matemática, no âmbito da Educação Matemática, voltados para o Ensino Básico e para o Ensino Superior. Este ambiente está disponível em <http://www.furb.br/cremm/portugues/index.php> e está vinculado à Universidade Regional de Blumenau (FURB). O CREMM foi planejado e implantado pela professora Dra. Maria Salett Biembengut em 2006.

Ao acessar a página do CREMM, encontramos os trabalhos organizados de acordo com os focos da pesquisa: práticas pedagógicas (Educação Básica, Educação Superior e Pós-graduação), questões teóricas, artigos em anais de eventos e revistas, experiências pedagógicas. Há também uma opção de atendimento para orientar alunos, professores e pesquisadores para o ensino ou a pesquisa. As publicações estão organizadas por seções: referências bibliográficas, resumos de livros, capítulos de livros, artigos publicados em revistas e anais de eventos, além de apresentar as últimas publicações na área e oferecer notícias sobre congressos e lançamentos de livros.

De forma sucinta, Biembengut esclarece, na página inicial do CREMM, sua pretensão ao constituir este espaço virtual: disponibilizar materiais de apoio didático a professores e

³ Apesar de reconhecermos a importância de outras tecnologias, nesta pesquisa, a fim de delimitar nosso campo de pesquisa, consideramos somente os trabalhos que utilizaram o computador, e suas interfaces, como protagonistas.

alunos; promover seminários e cursos à distância; publicar periódicos e livros com resultados dos trabalhos desenvolvidos pelos professores pesquisadores e colaboradores.

Pautados na metodologia de pesquisa qualitativa, optamos, então, por estudar os trabalhos disponíveis no CREMM e que versam sobre atividades realizadas na Educação Básica. A partir da leitura dos resumos e das palavras-chave desses trabalhos, identificamos aqueles que explicitam o uso das TIC em seu desenvolvimento. Após essa seleção, buscamos os textos para serem lidos na íntegra e, então, preenchemos uma ficha de registro contendo as seguintes informações: objetivos, questão de investigação, metodologia, referencial teórico, sujeitos da pesquisa, análise dos dados, considerações finais e contribuições.

Deste modo, a questão diretriz da nossa investigação se constituiu como: “Quais as contribuições que o uso das Tecnologias de Informação e Comunicação, mais especificamente o computador, trouxe para o desenvolvimento dos trabalhos de Modelagem Matemática na Educação Básica, que estão disponíveis na página virtual do Centro de Referência de Modelagem Matemática no Ensino (CREMM)?”.

Na sequência, trataremos, portanto, do desenvolvimento desta pesquisa, seus aportes teórico-metodológicos, análises e considerações sobre os resultados da investigação.

Sobre Modelagem Matemática

A Modelagem Matemática, no âmbito da Educação Matemática, teve seu movimento iniciado na década de 1970 e desde então possui algumas vertentes. Segundo Andrade (2008, p.43), “alguns educadores defendem a Modelagem como estratégia pedagógica [...], outros como um ambiente de aprendizagem”. Para Barbosa (2001, p.06), “Modelagem é 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”. Segundo Santos e Bisognin (2007, p.102):

[...] ao usar a Modelagem Matemática, o professor tem a possibilidade de transformar sua prática em algo que estejam presentes a motivação e o interesse, a vontade de aprender, a participação e a colaboração, a aplicabilidade e a utilidade, a investigação e a pesquisa, a reflexão e a crítica.

Trabalhar em educação com a Modelagem pode ser eficaz a partir do momento em que se conscientizam todos os envolvidos de que ela é uma aproximação da realidade. Para Bassanezi (2002, p.24):

Modelagem Matemática é um processo dinâmico utilizado para a obtenção e validação de modelos matemáticos. É uma forma de abstração e generalização com a previsão de tendências. A modelagem consiste, essencialmente, na arte de transformar situações da realidade em problemas matemáticos cujas soluções devem ser interpretadas na linguagem usual.

O processo de ensino e aprendizagem da Matemática pode se tornar algo mais interessante a partir do momento em que os alunos a relacionam com sua vida, seja na sala de aula, seja no trabalho, em seus passeios, enfim, no seu cotidiano. Segundo Biembengut e Hein (2003, p.13) “podemos dizer que genericamente, Matemática e realidade são dois conjuntos disjuntos e a modelagem é um meio de fazê-los interagir”.

Assim, consideramos complexo falar sobre Modelagem Matemática a partir de uma única definição, mas percebemos que grande parte das definições apresentam pontos em comum como, por exemplo: trabalhar a partir de um problema da realidade e pensar em possibilidades de motivar o aluno.

Como afirma Barbosa (2003, p.65), “a Modelagem é um grande ‘guarda-chuva’ onde caberia quase tudo”, que traz distintas formas de se introduzir um determinado conteúdo de uma forma mais dinâmica e interativa, em que o aluno consegue se envolver com os conteúdos e construir suas próprias ferramentas para seu aprendizado.

[...] não há como seguir uma “receita” para se desenvolver um trabalho de Modelagem. Muitas vezes, é preciso adaptar o processo ao contexto no qual a atividade está inserida. Nesse sentido, se fazem presentes concepções semelhantes com alguns aspectos que se diferem (ANDRADE, 2008, p.47)⁴.

No entanto, Barbosa (2003, p.74), aponta três possibilidades de ação com a Modelagem em sala de aula. No caso 1, o professor escolhe o problema a ser abordado e leva para a sala de aula os dados quantitativos e qualitativos, cabendo aos alunos resolver o problema, com mediação do professor. Já no caso 2, o professor escolhe o tema e o problema que os alunos terão que resolver, porém, não dispõe dos dados para sua resolução, então os próprios alunos

⁴ Corroboramos o autor ao afirmar que não há receitas para o desenvolvimento de atividades de Modelagem Matemática. Entendemos que a literatura nos apresenta possibilidades.

precisam sair a campo para coletar os dados necessários. No caso 3, os alunos são responsáveis desde a escolha do tema até a sua resolução: escolhem o tema, levantam informações, formulam as hipóteses e o(s) problema(s) em questão, cabendo a eles a criação do modelo matemático. Reiteramos: entendemos que essas são, apenas, algumas possibilidades encontradas na literatura sobre o trabalho com Modelagem.

Entendemos, ainda, que a Modelagem na sala de aula pode servir como uma “ponte” para interligar Matemática-aprendizagem-realidade. Ao se trabalhar com Modelagem, é possível (mas nem sempre) fazer com que os alunos interajam com a Matemática de uma forma mais ativa ao se envolverem diretamente no processo de ensino e de aprendizagem da matemática.

Sobre as Tecnologias de Informação e Comunicação

Muito se tem falado das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC), mas afinal o que são as TIC? Segundo Gonçalves e Nunes (2006, p.01) “são tecnologias que possibilitam a veiculação da informação e da comunicação com rapidez, dinamismo, com difusão de imagem e som”.

Segundo Skovsmose (2001, p.29) “tecnologia é o aspecto dominante da civilização, e o homem está completamente imerso nessa tecnologia”. Corroborando o autor, ousamos dizer que respiramos tecnologia. Ela está presente dentro de nossas casas, no trabalho, na escola, na comunidade, basicamente em todos os ambientes do nosso cotidiano.

Também no âmbito educacional, o computador e outras tecnologias se fazem presentes na vida e no cotidiano das crianças e adolescentes. É importante trazer essas tecnologias para o processo de ensino e aprendizagem, proporcionando, assim, que os alunos estejam cada vez mais ligados a essa forma de aprender.

Biajone (2010, p.10) afirma que o computador pode:

[...] oferecer possibilidades de interação do aluno com o conhecimento, de forma a potencializar a sua autonomia, criatividade, desenvoltura para trabalhar em equipe, capacidade de se expressar por escrito e oralmente e tantas outras habilidades, competências e valores que visam o atendimento das exigências da formação do sujeito de nossos tempos.

Nesta direção, o computador tem sido percebido como um recurso didático importante para o ensino e para a aprendizagem, não só da Matemática, além de ser um poderoso instrumento para o desenvolvimento de habilidades. Os alunos podem aprender com seus próprios erros e

no coletivo, podendo trocar experiências com seus colegas com a orientação do professor. Segundo Araújo (2002, p.43) “os computadores tem-se revelado uma fonte fértil de possibilidades para o ensino e a aprendizagem de forma geral e da Matemática, em particular”.

Porém, este recurso precisa ser utilizado a partir de um planejamento cuidadoso, para que haja, de fato, contribuição para o ensino e a aprendizagem, pois segundo Valente (1997, p.19) “o uso inteligente do computador na educação é justamente aquele que tenta provocar mudanças na abordagem pedagógica vigente ao invés de colaborar com o professor para tornar mais eficiente o processo de transmissão de conhecimento”.

Uma característica que se destaca no ensino e na aprendizagem, por meio do computador e suas interfaces, são as atitudes dos alunos, ou seja, que a ferramenta pode deixá-los motivados. Nessa perspectiva, Ricoy (2006, p.142), afirma que “a utilização dos novos meios tecnológicos possibilitam e desencadeiam a introdução de inovações, fomentando a motivação pela aprendizagem”, que pode ser vista como uma fonte de motivação externa.

Além de motivar os alunos, o uso do computador e suas interfaces, pode aproximar professor e aluno, desenvolvendo uma relação de confiança entre ambos. Blanco e Ricoy (2007 apud RICOY; COUTO, 2009, p.147) afirmam que “as TIC associadas a uma nova forma de entender a educação poderão definitivamente aproximar professor e aluno. O desafio implica uma mudança radical na forma de entender a educação”. Então, Jacobini (2004, p. 68), lembra que “a simples opção pelo uso da tecnologia informática não implica necessariamente mudança na conduta pedagógica do professor. A aula pode continuar a ser expositiva mesmo com a presença do computador”. Ou seja, não é apenas a utilização do computador que transforma as aulas, é preciso um novo planejamento.

Quando nos referimos ao uso do computador em atividades de Modelagem, Santos e Almeida (2006 apud OLIVEIRA; ARAÚJO, 2010, p. 542) tratam da ligação que surge, quase naturalmente, no desenrolar da atividade:

O uso do computador auxilia os alunos em etapas muito trabalhosas, como o de determinar parâmetros de uma função, a partir de um conjunto de dados. Nesse caso, os alunos têm a oportunidade de concentrarem seus esforços na interpretação e análise das situações de modelagem e ainda simular diferentes situações para aprimorar suas conclusões sobre o problema estudado.

Araújo (2002, p. 45) nos apresenta quatro aspectos relevantes para a utilização das TIC em trabalhos de Modelagem Matemática:

- 1) a possibilidade de lidar com problemas mais complexos e dados mais realísticos;
- 2) a possibilidade de melhor se concentrar nos processos de Modelagem devido ao alívio que as tecnologias proporcionam aos cálculos de rotina;
- 3) a possibilidade de melhor compreender os problemas por meio de variação de parâmetros, estudos numéricos, algébricos e gráficos;
- 4) a possibilidade de lidar com problemas que podem ser inacessíveis do ponto de vista teórico para uma dada idade, por meio de simulações numéricas ou gráficas.

Os computadores, portanto, no desenvolvimento de modelos matemáticos, podem possibilitar precisão e agilidade na resolução de cálculos, para trabalhar com dados ainda não conhecidos, para a verificação de resultados por meio de gráficos, ferramentas que se tornam indispensáveis para que o modelo desenvolvido seja o mais próximo da realidade pesquisada. Em Araújo (2002, p. 42) verificamos a defesa de dois argumentos importantes sobre a utilização dos computadores no desenvolvimento de projetos de Modelagem Matemática: para “efetuar cálculos” e para “realizar simulações de situações reais”, por meio de experiências.

Porém, é necessário que educadores compartilhem suas descobertas para que as práticas em sala de aula, envolvendo Modelagem Matemática e as TIC, possam ser transformadas. Doerr e Wood (2006, p.113) defendem que “para melhorar o ensino, um repertório de conhecimentos profissionais pedagógicos precisa ser desenvolvido a partir de conhecimentos dos profissionais que atuam na área, de maneira que tal recurso possa ser compartilhado e continuamente aprimorado”.

Metodologia

Nossa pesquisa foi realizada a partir da análise de alguns trabalhos disponíveis no ambiente virtual do CREMM. Após analisar, cuidadosamente, este ambiente virtual e verificar os trabalhos nele disponíveis, percebemos que poderíamos desenvolver nossa pesquisa investigando trabalhos de diferentes naturezas: trabalhos acadêmicos (monografias, dissertações e teses), artigos publicados em revistas, artigos publicados em anais de eventos contendo práticas pedagógicas ou questões teóricas.

Optamos, então, por olhar para os trabalhos publicados em anais de eventos, que versam sobre práticas pedagógicas na Educação Básica, Ensino Fundamental e Ensino Médio, e que

estavam disponíveis no CREMM até o 2º semestre de 2012. Escolhemos os trabalhos que versam sobre a Educação Básica por ser essa a futura área de atuação do aluno que conclui o curso de Licenciatura em Matemática. É importante ressaltar que não escolhemos um determinado evento para analisar os trabalhos disponíveis em seus anais, mas sim, escolhemos trabalhos disponíveis no CREMM que foram publicados em anais de distintos e diversos eventos.

Estes trabalhos foram selecionados por meio de consulta aos seus resumos e palavras-chave. Os resumos eram lidos e, se explicitavam o uso do computador para o desenvolvimento da pesquisa em questão, o trabalho era, por nós, selecionado.

Após esta triagem buscamos os trabalhos para serem lidos na íntegra, pela ferramenta de busca do Google, Google acadêmico e, também, por consultas aos anais dos eventos nos quais os trabalhos foram publicados. Porém, quando não encontramos, entramos em contato com seus autores, via e-mail (consulta por meio do endereço que consta no currículo lattes), e solicitamos a gentileza do envio do trabalho para leitura e pesquisa. Como algumas mensagens não foram respondidas, entramos em contato com a equipe do CREMM e, cordialmente, eles nos disponibilizaram os trabalhos que eles possuíam em seu acervo. Ressaltamos, também, que, dentre alguns trabalhos, tínhamos recortes de dissertações publicadas como trabalhos em anais de eventos. Nestes casos, lemos e estudamos o texto dos anais e o trabalho completo da dissertação.

A tabela abaixo apresenta como procedemos com a seleção dos trabalhos analisados.

Tabela 1: Trabalhos disponíveis no CREMM

Números de trabalhos publicados no CREMM até o segundo semestre de 2012	420
Números de trabalhos que versavam sobre a Educação Básica	235
Número de trabalhos selecionados após a leitura dos resumos que explicitavam o uso das TIC nos trabalhos de Modelagem Matemática	14
Número de trabalhos selecionados após a leitura na íntegra e que utilizavam apenas o computador como tecnologia	9

Descartamos os trabalhos que tratavam de minicursos, pois os mesmos apresentavam apenas introduções e fundamentações teóricas nas quais se pautavam os projetos e não havia, portanto, uma análise de dados após a aplicação dos minicursos.

Tabela 2: Trabalhos selecionados

1.	BIEMBENGUT, M. S.; HEIN, N.; LEMOS, M. S. J. O. A Utilização da Modelagem Matemática e a Informática Para o Ensino de Ângulos e Suas Propriedades. In: Anais IV Simpósio de Educación Matemática. Chivilcoy, Argentina, 2002.
2.	BRITO, D. S., ALMEIDA, L. M. W. Atribuição de sentido e construção de significados em situações de Modelagem Matemática. In: VII Encontro Paulista de Educação Matemática. São Paulo – SP, 2004.
3.	CARDOSO, R. P.; SAMPAIO, F. F. Modelagem Computacional Como Ferramenta no Ensino de Matemática. In: III Conferência Nacional de Modelagem e Educação Matemática. Piracicaba – SP, 2003.
4.	COPPOLA, G. R. M.; LEITE, M. B. F. Água nos Alimentos e Matemática. In: IV Conferência Nacional sobre Modelagem e Educação Matemática. Feira de Santana - BA, 2005.
5.	DELLA NINA, C. T. Modelagem Matemática e Novas Tecnologias: uma alternativa para mudança de concepções em Matemática. 2005, 228f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) – Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2005.
6.	FARIA, C. O.; ÁVILA, J. B. Uso do Logo na Modelagem de Problemas Matemáticos – 1º Grau. In: Anais I Encontro Paulista de Educação Matemática. Campinas - SP, 1989.
7.	FERNANDES, M. I. L. A.; ALVES, L. Modelos Matemáticos: Um Estudo Sobre o Desempenho dos Alunos na Interpretação da Função Quadrática. In: XII Encontro Baiano de Educação Matemática. Senhor do Bonfim - BA, 2007.
8.	INAFUCO, J. K. As Equações Algébricas no Ensino Médio: um estudo de uma sequência didática utilizando software gráfico. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica)- Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2006.
9.	ROCHA, M. L. P. C.; SANTO, A. O. E. Matemática e Cartografia: Como a Cartografia Pode Contribuir no Processo Ensino – Aprendizagem da Matemática? In: IV Conferência Nacional sobre Modelagem e Educação Matemática. Feira de Santana - BA, 2005.

Os trabalhos selecionados foram lidos na íntegra e, a partir desta leitura, foram preenchidas fichas de registro na qual anotávamos as seguintes informações: referência do trabalho, objetivos, questão de investigação, metodologia, sujeitos da pesquisa, análise dos dados, considerações finais e contribuições, referencial teórico e uma justificativa do porque que o trabalho selecionado contemplava os requisitos para o desenvolvimento da nossa investigação (baseado em VIOL, 2010). Esses registros serviram para sintetizar a leitura dos trabalhos e organizar os dados para a análise.

Figura 1: Ficha de registro

<i>Ficha de Registro</i>	
Autor/ Título do Trabalho/ Evento/ Ano	
Trata-se de:	
Número de páginas:	
<u>Palavras-chave:</u>	
<u>Objetivos:</u>	
<u>Questão de investigação:</u>	
<u>Sujeitos:</u>	
<u>Metodologia:</u>	
<u>Análise dos Dados:</u>	
<u>Considerações Finais e Contribuições:</u>	
<u>Referencial Teórico:</u>	
<u>Comentários</u>	
<hr/>	
<u>Interessa:</u>	
<u>Justificativa:</u>	

Fonte: VIOL (2010), com adaptações

Considerações oriundas de um exercício analítico

Para procedermos com um exercício analítico, é importante que as informações ou dados sejam organizados de maneira coerente, pois essa organização do material permite uma análise mais cuidadosa e plausível. Para Fiorentini e Lorenzato (2007, p.133) “esse processo é trabalhoso e meticuloso, [...] implica múltiplas leituras do material disponível, tentando nele buscar unidades de significado ou, então, padrões e regularidades para, depois, agrupá-los em categorias”. Foi neste movimento de análise e interpretação, olhando atentamente para os nossos dados, que percebemos regularidades e padrões nos trabalhos. Essas regularidades serviram para que organizássemos essas informações em categorias. Para tanto, nos apropriamos do significado de categorização de Fiorentini e Lorenzato (2007, p.134): “categorização é um processo de classificação de informações em categorias, isto é, em classes ou conjuntos que contenham elementos ou características comuns, abrangendo todas as informações obtidas”.

Ao desenvolver este exercício analítico, por meio da lente teórico-metodológica da qual nos apropriamos, foi possível verificar que as contribuições do uso das Tecnologias de

Informação e Comunicação, mais especificamente o computador, no desenvolvimento de trabalhos de Modelagem podem ser percebidas de dois modos distintos:

- *contribuições explícitas*: são aquelas que o próprio autor do trabalho apresenta em suas considerações.
- *contribuições implícitas*: são aquelas que o autor não apresenta em suas considerações, mas que nossa leitura, por meio de um exercício de reflexão, nos permitiu identificar.
- *Contribuições explícitas*:

Reiterando, as contribuições explícitas estão descritas nos respectivos trabalhos. O autor faz esse exercício, mesmo que de modo não intencional e, talvez, mesmo sem essa intenção, às apresentam em suas considerações. Traçando, portanto, uma síntese dessas contribuições apresentadas por aqueles que, de algum modo, realizaram a prática do uso do computador (suas interfaces, possibilidades e limitações) em trabalhos de Modelagem Matemática na Educação Básica, chegamos a algumas considerações.

Verificamos, que uma dessas contribuições pode ser descrita como: *modificar a percepção que os alunos têm sobre a Matemática, criando atitudes positivas e conseguindo relacioná-las com o cotidiano*. Remetemo-nos, então, a Biembengut e Hein (2003) quando nos afirmam que a Modelagem Matemática é uma maneira de interagir a Matemática com a realidade. Barbosa (2003) se refere ao estímulo que os alunos demonstram ao conhecer as aplicabilidades da Matemática a partir de conteúdos por eles estudados.

É possível mostrar ao aluno que a Matemática se reconstrói a cada instante e também apresentar outra maneira de ver e senti-la em seu cotidiano unindo sentimentos que permeiam entre paixão e prazer de se aprender (FR01)⁵.

Outra contribuição perceptível foi a *possibilidade de construção do conhecimento partindo do concreto para o abstrato*, em que, a partir de atividades propostas, o aluno pode fazer manipulações no computador e, conseqüentemente, aprender a teoria relacionada ao conteúdo. Buscando a modificação das práticas escolares é possível aproximar teoria e prática permitindo que os alunos desenvolvam habilidades por meio de experiências do cotidiano, conforme afirmam Santos e Bisognin (2007).

⁵ No trabalho original destacamos vários trechos que nos levaram a elaborar determinada categoria. Esses trechos foram retirados das fichas de registro. Por exemplo, FR01 significa que o trecho foi retirado da ficha de registro 01 que corresponde ao trabalho 01, conforme apresentado na tabela 2. Neste texto, no entanto, apresentaremos apenas um exemplo de cada categoria.

Percebeu-se que a Modelagem Matemática na sala de aula contribuiu para a construção do conhecimento partindo do concreto para o abstrato (FR03).

Assim, percebemos também que as TIC num cenário de Modelagem contribuem para a *formação tecnológica do aluno e/ou do professor*, pois em algumas atividades, a maioria dos discentes não dominava o uso de computadores e outras mídias, e em alguns casos, nem conheciam os programas utilizados. Deste modo, podemos dizer que serviu para motivar tanto o professor quanto os alunos a desenvolverem habilidades tecnológicas. Não é apenas a utilização do computador que transforma as aulas, é preciso que o professor tenha planejamento da ferramenta no processo de ensino e aprendizagem e conhecimento do *software* ou programa que se propõe a utilizar. Nessa direção, reiteramos Jacobini (2004) quando nos traz que não é só por estar utilizando o computador que o professor modifica sua prática pedagógica. Ele pode utilizar a ferramenta e mesmo assim suas aulas serem expositivas e pautadas em paradigmas mais tradicionais de ensino. É preciso, portanto, um novo planejamento, cuidadoso, fundamentado e sem “medo da tecnologia” e suas imprevisibilidades. O trabalho com Modelagem Matemática também sugere um novo planejamento e pode vir cercado de imprevistos e replanejamentos.

Ficou evidente que os alunos não dominavam processador de textos (Word) e nem conheciam a barra de ferramentas do programa (FR05).

Notamos também que outra contribuição foi *para a resolução da atividade*, total ou parcialmente, onde a partir das questões desenvolvidas o aluno pode verificar resultados por meio da utilização de *softwares*. Araújo (2002) defende argumentos importantes sobre a utilização dos computadores no desenvolvimento de projetos de Modelagem: efetuar cálculos e realizar simulações da realidade. O computador possibilita precisão e agilidade na resolução de cálculos, verificação por meio de gráficos, ferramentas que se tornam indispensáveis para que o modelo desenvolvido seja o mais próximo do real.

O software contribui para a construção do gráfico e para descrever uma função para encontrar o modelo matemático da questão investigada (FR04).

Também citamos: a *utilização do computador para trabalhar conteúdos de forma interdisciplinar*, buscando interações entre diversas áreas do conhecimento e a Matemática, pois o computador é percebido como um objeto que desenvolve a criatividade e é uma

ferramenta para integrar e organizar conteúdos importantes e interdisciplinares, conforme nos afirma Cox (2003); e o *desenvolvimento de relações de confiança entre professor e aluno*, proporcionada pela utilização do computador em sala de aula e pelo contexto criado ao se trabalhar com a Modelagem. Estes recursos além de motivar, podem ser utilizados para aproximar professor e aluno, pois as tecnologias e os projetos de Modelagem podem ser como uma “ponte” para que essa confiança possa ser conquistada, conforme nos afirma Ricoy e Couto (2009).

Procurou-se demonstrar a importância da Matemática no âmbito do processo de ensino e aprendizagem, resgatando não só o que é próprio a sua essência, mas também a um conjunto de campos de aplicação a ela intrinsecamente ligados (FR09).

Utilizando a Modelagem Matemática e o ambiente LOGO, foi possível desenvolver uma relação de confiança entre professor e aluno (FR01).

Nosso exercício analítico nos permitiu verificar também que as TIC, empregadas num contexto de ensino e aprendizagem pautado na Modelagem, podem contribuir como *facilitadora do processo de ensino e aprendizagem da Matemática*, pois os Parâmetros Curriculares Nacionais defendem que o computador pode ser empregado como elemento de apoio para o processo de ensino, mas que pode ser utilizado como uma ferramenta para o desenvolvimento de habilidades e também para a aprendizagem. Além de desenvolver potencialidades, abordar o pensamento crítico e a formação de cidadãos, segundo Franchi (2007).

[...] algumas possibilidades de se trabalhar a água de forma a facilitar o ensino e aprendizado da Matemática (FR04).

- *Contribuições implícitas:*

O exercício de identificar as contribuições do uso das TIC nos trabalhos de Modelagem, mesmo sem a explicitação do autor, foi bastante cuidadoso e delicado. Era preciso esboçar considerações sobre um trabalho que não havíamos realizado na prática, do qual tínhamos apenas uma leitura (em alguns casos um recorte do trabalho) e traçar a partir disso, considerações plausíveis.

Neste cenário, uma contribuição que os autores de algumas pesquisas demonstraram de forma implícita foi a *intenção de despertar em outros pesquisadores e/ou professores o interesse pelo trabalho com Modelagem Matemática e TIC*, visando novas pesquisas sobre o tema, pois

é necessário que os educadores se desenvolvam a partir de conhecimentos dos profissionais que atuam na área, de maneira que as descobertas possam ser compartilhadas e continuamente aprimoradas, conforme nos apresenta Doerr e Wood (2006).

Este trabalho pode proporcionar a outros pesquisadores uma continuidade de trabalhos a serem desvelados (FR07).

Notamos também, a intenção de: *propor para o professor metodologias alternativas que modifiquem o ensino e a aprendizagem da Matemática* e Valente (1997) nos lembra que o recurso das TIC (e nós acrescentamos o recurso metodológico da Modelagem Matemática) precisa ser utilizado de maneira eficiente e inteligente, para que haja ensino e aprendizagem e precisa provocar mudanças na prática pedagógica do professor e não apenas servir para o desenvolvimento de atividades; o *desenvolvimento de atividades com temas de ordem social*, para que os alunos sintam-se próximos da realidade e que possam se tornar seres críticos perante problemas da sociedade, em que as necessidades advindas do meio social, cultural e profissional promovem o desenvolvimento de competências matemáticas e possibilitam a compreensão de conceitos e procedimentos para a utilização na vida pessoal e profissional, por meio do computador.

O trabalho foi relatado para motivar alunos e professores para a percepção de trabalhos com modelagem utilizando o TOGO e suas aplicações (FR06).

Foi possível trabalhar “Água e Saúde” e que podem ser desenvolvidos modelos matemáticos para a aplicação no Ensino Fundamental e Médio (FR04).

Percebemos também, que as TIC junto da Modelagem Matemática puderam *proporcionar uma transformação dos alunos*, a partir da vivência proporcionada pelas ferramentas utilizadas e o cenário criado. Biajone (2010) nos coloca que as ferramentas tecnológicas são uma arma poderosa para interagir os alunos com o conhecimento, podendo desenvolver um ser autônomo, criativo, com capacidades de expressões escrita e oralmente. Essas características são também notórias nos trabalhos com Modelagem Matemática.

Ao longo do processo de discussão do tema proposto e da modelagem e simulação no WLINKIT, o diálogo foi tornando-se mais coerente e os estudantes esclarecendo suas ideias (FR03).

Considerações finais

Este trabalho nos permitiu ampliar a nossa visão como educadores e apontar, um pouco, de como professores e/ou pesquisadores vêm utilizando as TIC e a Modelagem Matemática em atividades escolares, sobretudo na Educação Básica, e quais os possíveis resultados desses trabalhos. Com esta pesquisa verificamos que o uso de tecnologias em sala de aula amplia as possibilidades de ensinar e de aprender matemática e que, devido às constantes e rápidas mudanças tecnológicas, é importante que os professores participem de formações contínuas no que diz respeito à informatização, os educadores necessitam se “informar” e se “formar”, nesse mundo tecnológico.

Nossa análise nos revela que as TIC, sobretudo o computador e suas possibilidades, é uma ferramenta que contribui para auxiliar o professor em sala de aula para resolver atividades, demonstrar resultados, motivar os alunos e proporcionar transformações. TIC e Modelagem, juntas, (re)organizam um cenário de ensino e de aprendizagem, apresentam novas possibilidades de participação para os alunos e para os professores, modificam pensamentos e, claro, sugerem desafios e limitações⁶.

Referências

ANDRADE, M. M. **Ensino e Aprendizagem de Estatística por Meio da Modelagem Matemática**: uma investigação como ensino médio. 193f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática). Instituto de Geociências e Ciências Exatas, UNESP- Rio Claro, 2008.

ARAÚJO, J. L. **Cálculo, tecnologias e Modelagem Matemática**: as discussões dos alunos. 173f. Tese (Doutorado em Educação Matemática). Instituto de Geociências e Ciências Exatas, UNESP- Rio Claro, 2002.

BARBOSA, J. C. Modelagem Matemática na sala de aula. **Perspectiva**, Erechim (RS), v. 27, n. 98, p. 65-74, 2003.

_____. Modelagem na Educação Matemática: contribuições para o debate teórico. In: 24ª REUNIÃO ANUAL DA ANPED, Caxambu. **Anais...** Caxambu: 24ª ANPED, 2001.

BASSANEZI, R. C. **Ensino-aprendizagem com Modelagem Matemática**: uma nova estratégia. São Paulo: Contexto, 2002.

BIAJONE, J. Matemática 2.0: educação matemática na era da informação. In: X ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, Salvador. **Anais...** Salvador: X ENEM, 2010.

⁶ Nesta pesquisa, não tivemos como foco de estudo os desafios e as limitações que podem surgir num ambiente de aprendizagem constituído pela Modelagem e pelas TIC.

BIEMBENGUT, M. S.; HEIN, N. **Modelagem Matemática no ensino**. São Paulo: Contexto, 2003.

BORBA, M. C.; PENTEADO, M. G. **Informática e Educação Matemática**. Belo Horizonte: Autêntica, 2007.

BRASIL, Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Matemática**. Secretaria de Educação Fundamental. – Brasília, MEC/SEF, 1998.

COX, K. K. **Informática na Educação Escolar**. Campinas, São Paulo: Autores Associados. Coleção polêmicas do nosso tempo, v. 87, 2003.

DOERR, H. M.; WOOD, T. Pesquisa-projeto (design research): aprendendo a ensinar matemática. In: BORBA, M. C. (Org.) **Tendências internacionais em formação de professores de matemática**. Tradução: A. Olímpio Jr. Cap.5, p.113-130, Belo Horizonte: Autêntica, 2006.

FIORENTINI, D.; LORENZATO, S. **Investigação em Educação Matemática: percursos teóricos e metodológicos**. 2. ed. São Paulo: Autores Associados, 2007.

FRANCHI, R. H. O. L. Ambientes de aprendizagem fundamentados na Modelagem Matemática e na Informática como possibilidades para a Educação Matemática. In: BARBOSA, J. C.; CALDEIRA, A.D.; ARAÚJO, J.L. (org.) **Modelagem Matemática na Educação Matemática Brasileira: pesquisas e práticas educacionais**. Recife: SBEM, 2007.

GONÇALVES, M. T. L.; NUNES, J. B. C. Tecnologias de Informação e Comunicação: limites na formação e prática dos professores. In: 29ª REUNIÃO ANUAL DA ASSOCIAÇÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM EDUCAÇÃO. Caxambu. **Anais...** Caxambu: 29ª ANPED, 2006.

JACOBINI, O.R. **A Modelagem Matemática como instrumento de ação política na sala de aula**. 225f. Tese (Doutorado em Educação Matemática). Instituto de Geociências e Ciências Exatas, UNESP- Rio Claro, 2004.

OLIVEIRA, B. K.; ARAÚJO, E.L. **Modellus: uma ferramenta computacional para Modelagem Matemática**. Disponível em: <<http://www.pucrs.br/edipucrs/erematsul/minicursos/modellusumaferramenta.pdf>>. Acesso em: 18 agosto de 2010.

RICOY, M. C. Las Tecnologías de la Infotmación y Comunicación en la educación: potencialidades y condicionantes que presentan. Anlario ININCO/ **Investigaciones de la Comunicación**, Caracas, v.18 n.2, dez. 2006.

RICOY, M. C; COUTO, M. J. V. S. As Tecnologias da Informação e Comunicação como recursos no Ensino Secundário: um estudo de caso. **Revista Lusófona de Educação**, v.14, p.145-156, 2009.

SANTOS, L. M. M.; BISOGNIN, V. Experiências de ensino por meio da Modelagem Matemática na Educação Fundamental. In BARBOSA, J. C.; CALDEIRA, A.D.; ARAÚJO, J.

L. (org). **Modelagem Matemática na Educação Matemática Brasileira**: pesquisas e práticas educacionais. Recife: SBEM, 2007.

SKOVSMOSE, O. **Educação Matemática Crítica**: a questão da democracia. Campinas, SP: Papirus, 2001.

VALENTE, J. A. O uso inteligente do computador na educação. **Pátio Revista Pedagógica**: Artes Médicas Sul, ano 1, n.1, p.19-21, 1997.

VIOL, J. F. **Movimento das Pesquisas que Relacionam as Tecnologias de Informação e de Comunicação e a Formação**, a Prática e os Modos de Pensar de Professores que Ensinam Matemática. 223f. Dissertação (Mestrado em Educação em Educação Matemática). Instituto de Geociências e Ciências Exatas, UNESP- Rio Claro, 2010.