

MODELAGEM MATEMÁTICA E TECNOLOGIA NA PERSPECTIVA CRÍTICA

MATHEMATICAL MODELING AND TECHNOLOGY IN A CRITICAL PERSPECTIVE

Silvana L. Lehmkuhl Teres¹
André Luís Alice Raabe²
Veronica Gesser³

Resumo

Este artigo apresenta uma intervenção nos anos iniciais do Ensino Fundamental com a utilização da Modelagem Matemática na sala de aula, com o apoio do laptop UCA conectado à Internet, no desenvolvimento das atividades. O objetivo do estudo foi analisar os impactos da inserção da Modelagem Matemática, em uma perspectiva de Educação Matemática Crítica, nas relações de ensino e aprendizagem no dia a dia da sala de aula. Utilizou-se a metodologia da pesquisa-ação. Os sujeitos da pesquisa foram 23 estudantes e a professora de uma turma do 5º ano do Ensino Fundamental de uma escola pública participante do Programa Um Computador por Aluno - UCA. Os procedimentos da coleta de dados foram: a aplicação de questionários; observações; e realização de entrevistas. A análise dos dados foi ancorada no diálogo entre o conteúdo das informações coletadas na pesquisa e os referenciais teóricos do estudo. A pesquisa sinalizou que a aplicação da Modelagem, em uma perspectiva crítica, nas aulas de Matemática mobilizou a professora a desenvolver uma ação pedagógica que considera a sala de aula como um cenário para investigações, e mobilizou os estudantes a exercerem uma participação ativa no processo de apropriação dos conteúdos matemáticos. E evidenciou ainda que a aplicação da metodologia propiciou o uso na perspectiva crítica do laptop UCA que dinamizou as ações desenvolvidas e contribuiu para a apropriação dos conteúdos matemáticos.

Palavras chaves: Educação Matemática Crítica. Tecnologia. Modelagem Matemática. Pesquisa-ação.

Abstract

This paper presents an intervention in the early years of elementary school with the use of Mathematical Modeling in the classroom, with the support of UCA laptop connected to the Internet, the development of activities. The aim of the study was to analyze the impact of the insertion of Mathematical Modeling in a critical perspective, the teaching and learning relationships in everyday life of the classroom. We used the methodology of action research. The subjects were 23 students and the teacher of a class of 5th grade of elementary school to a public school Program participant One Computer per Student - UCA. The procedures of data collection were: the questionnaires; observations; and interviews. Data analysis was anchored in the dialogue between the content of the information collected in the survey and the theoretical framework of the study. The research indicated that the application of modeling, from a critical perspective, in Mathematics classes mobilized the teacher to develop an educational action that considers the classroom as a setting for research, and mobilized students to pursue an active participation in the process of appropriation of mathematical content. And even suggested that the use of the methodology provided the use in the UCA laptop critical perspective that streamlined the actions developed and contributed to the appropriation of mathematical content.

Key words: Critical Mathematics Education. Technology. Modeling Mathematical. Action research.

INTRODUÇÃO

Atualmente, no contexto escolar, urge a vivência de experiências de aprendizagem que propiciem a participação ativa dos estudantes e despertem o interesse e a motivação dos mesmos em tornarem-se agentes do seu próprio processo

de aprendizagem. Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN'S) salientam a importância da prática compreensiva de procedimentos e a utilização de metodologias e estratégias didáticas

¹ Professora do Ensino Fundamental do CA/UFSC e da Especialização à Distância: Meios Digitais e Aprendizagem - E-PROINFO/UFSC - s.teres@ufsc.br

² Professor do Programa de Pós-graduação em Educação (Mestrado e Doutorado) e do Mestrado em Computação Aplicada da UNIVALI - raabe@univali.br

³ Professora do Programa de Pós-graduação em Educação (Mestrado e Doutorado) da UNIVALI. gesserv@univali.br

que favoreçam o senso crítico e desenvolvam a criatividade dos estudantes. Para tanto, faz-se necessário que os estudantes tenham experiências de aprendizagem diversificadas que oportunizem: a resolução de problemas; as atividades de investigação; a comunicação e a exploração de conexões (BRASIL, 2001, p.31).

A Modelagem Matemática é uma metodologia, entre outras, que aplicada em uma perspectiva de Educação Matemática Crítica conduz a uma situação de investigação, onde é permitido ao estudante formular suas próprias questões e desenvolver a sua criatividade ao buscar possibilidades de respostas.

Este artigo apresenta uma intervenção realizada no 2º semestre de 2013, com 23 estudantes e a professora de uma turma do 5º ano do Ensino Fundamental de uma escola pública, participante do Programa Um Computador por Aluno – UCA⁴ da região metropolitana de Florianópolis. A pesquisa teve como desafio responder a seguinte indagação: “Quais os impactos da inserção da Modelagem Matemática, em uma perspectiva crítica, nas relações de ensino e aprendizagem no dia a dia da sala de aula? E, ainda, discutir as implicações do uso do laptop educacional - UCA conectado à Internet no desenvolvimento das atividades para a apropriação dos conceitos matemáticos ao longo do processo.

A pesquisa teve caráter qualitativo e utilizou como metodologia a pesquisa-ação. Os instrumentos de coleta de dados foram os registros dos conteúdos do caderno de campo da pesquisadora, dos questionários aplicados aos estudantes, e das transcrições das entrevistas realizadas com a professora. A análise dos dados, ancorada no diálogo entre os referenciais teóricos deste estudo e a triangulação dos conteúdos dos registros das observações ao longo da pesquisa, das transcrições das entrevistas com a professora e das respostas dos questionários aplicados aos estudantes, buscou compreender como a aplicação da Modelagem Matemática no dia a dia da sala de aula, em uma perspectiva de Educação Matemática Crítica, apoiada pelo uso do laptop UCA nas atividades impactou as relações de ensino e aprendizagem nas aulas de matemática.

⁴ Programa do Governo Federal que de acordo com a lei PROUCA (2010), objetiva mudanças curriculares associadas às práticas de professores e estudantes no cotidiano das escolas por meio da inserção da tecnologia no ambiente escolar.

Na seção 1 do presente artigo, encontra-se a introdução caracterizando o trabalho, a metodologia e o contexto da intervenção realizada. Na seção 2, apresenta-se algumas considerações a respeito da Educação Matemática Crítica e o seu entrelaçamento com Modelagem Matemática a Tecnologia. Na seção 3, descreve-se a metodologia da pesquisa e faz-se uma síntese do desenvolvimento das ações realizadas. Na seção 4, explicita-se a análise dos dados coletados, destacando-se as mudanças evidenciadas em relação à concepção da Matemática e à capacidade de aprender os conteúdos matemáticos da professora e dos estudantes, a partir da aplicação da metodologia nas aulas de matemática. Na seção 5, faz-se algumas considerações sobre as evidências sinalizadas ao longo da pesquisa.

A MODELAGEM E O USO DA TECNOLOGIA NA SALA DE AULA EM UMA PERSPECTIVA DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA CRÍTICA

A Educação Matemática engloba inúmeros saberes. Apenas o conhecimento da Matemática e a experiência de magistério não são considerados suficientes para atuação profissional (FIORENTINI; LORENZATO, 2001). Faz-se necessário, também, o estudo dos fatores que influenciam, direta ou indiretamente, os processos de ensino e de aprendizagem em Matemática (CARVALHO, 1991); de processos que investigam como o estudante compreende e se apropria da própria Matemática “concebida como um conjunto de resultados, métodos, procedimentos, algoritmos etc.” (MIGUEL; MIORIM, 2004, p. 70); e a investigação de como o estudante, por meio do conhecimento matemático, desenvolve valores e atitudes de natureza diversa, visando a sua formação integral como cidadão.

Os estudos que consideram a dimensão política da aprendizagem matemática defendem que a compreensão da realidade interfere na subjetividade das pessoas. Desta forma, uma prática pedagógica que problematiza questões sociais atreladas ao cotidiano dos estudantes propicia o desvelamento das causas e das consequências dos acontecimentos, empoderando-os⁵ no sentido de conceber singularidades e

⁵ Termo cunhado por Paulo Freire no livro *Pedagogia do Oprimido*, publicado pela 1ª vez em 1969 nos EUA.

possibilidades de mudança no tempo e espaço histórico em que vivem. A esse respeito, Freire afirma que:

O estabelecimento de uma relação crítica com a realidade é para o ser humano um desafio que lhe permite ultrapassar uma situação de objeto para sujeito, sendo importante ressaltar que as respostas que o ser humano dá a estes desafios não mudam apenas a realidade, mas provocam mudanças em si próprio, cada vez um pouco mais e sempre de um modo diferente (FREIRE, 1980, p. 23).

De acordo com Freire (1980), problematizar o cotidiano contribui para aguçar o interesse e a curiosidade dos estudantes no sentido de buscar a resolução das situações problemas que vivenciam. Skovsmose (2008) amplia a discussão ao propor a Educação Matemática, pautada na perspectiva crítica, que tem como pressuposto discutir a relação dos conteúdos matemáticos com as questões relativas ao desenvolvimento científico e à tecnologia. Para o autor, a Educação Matemática Crítica tem um papel fundamental na construção da cidadania, na medida em que a sociedade, cada vez mais, se serve dos conhecimentos científicos e tecnológicos. O processo de comunicação está permeado de representações gráficas, desenhos, construções, códigos, senhas e signos da linguagem matemática que precisam ser incorporados pelas pessoas, isto justifica a necessidade da matemática estar ao alcance de todos garantindo a democratização do seu ensino. Nesse sentido, a abordagem da Educação Matemática Crítica constitui-se num instrumento a favor da construção de conhecimentos, valores e atitudes, frente às questões sociais, científicas, econômicas e políticas da sociedade *matematizada*⁶ em que vivemos.

Para Skovsmose (2006), as TIC's⁷ oportunizam diferentes modos de representação e apropriação dos conceitos matemáticos e permitem aos estudantes a ampliação do acesso às

⁶ Refere-se ao envolvimento da matemática com os processos da sociedade atual que envolvem a automação, onde os números são transformados em códigos e geram informações nas situações cotidianas e nas diferentes áreas do conhecimento (código de barras, telecomunicações, sistemas de montagem de automóveis etc.)

⁷ TIC's – Terminologia do meio educacional que significa o resultado da fusão das tecnologias de informação e as tecnologias de comunicação, definição apontada por Fiorentini & Lorenzato(2006).

informações e o uso de inúmeros recursos audiovisuais que possibilitam a comunicação e a socialização dos conhecimentos produzidos em sala de aula. A utilização desses recursos, porém, prevê a necessidade de professores que saibam utilizá-los de forma crítica e que estejam abertos ao uso de metodologias que considerem a amplitude das informações que podem imergir no contexto da sala de aula.

Skovsmose (2006) propõe que a sala de aula seja concebida de um “cenário para investigação”, que ele define como uma propriedade relacional que envolve professor e estudantes, mas os estudantes é que são os principais responsáveis pelo processo investigativo. É um ambiente que oportuniza o trabalho de investigação, convidando os estudantes a formularem questões e a procurarem explicações.

Para Skovsmose (2006), a educação tradicional enquadra-se no que ele denomina “paradigma do exercício”, que enfatiza os procedimentos e os modos de fazer, realizados sem reflexão, e parte da premissa de que em cada exercício existe uma e somente uma resposta correta. Contrapondo-se a esse paradigma, o autor propõe a abordagem de investigação, embasada no “paradigma da incerteza” que dá ênfase no processo de construção das hipóteses e considera variadas possibilidades de soluções.

Esta abordagem, embora pareça inovadora, não difere das orientações dispostas nos Parâmetros Curriculares Nacionais, aos professores, quando propõem projetos de aprendizagem que contemplem a problematização, a experimentação e a sistematização dos conhecimentos, e que contribuem para a desestabilização de verdades, ao invés da mera memorização de informações (BRASIL, 2001).

Entretanto, pesquisas desenvolvidas por Carraher et al. (2006) indicam que a metodologia utilizada pela maioria dos professores de matemática não é adequada para atender a esses propósitos e demonstram que o ensino da Matemática desenvolvido no contexto escolar do Ensino Fundamental, em especial nos anos iniciais, ainda está permeado por ações que contemplam a memorização, a execução de fórmulas e algoritmos desvinculados dos conceitos matemáticos e de sua aplicação no cotidiano das crianças.

Moraes (2010, p.118) constatou em seus estudos que “as tarefas mais comuns possibilitadas aos escolares do 1º ano do Ensino Fundamental, enfatizam a aprendizagem de procedimentos e técnicas, destituídas de conceitos e de sua utilização social”. Segundo os indicadores obtidos pela autora, o ensino dessa ciência, em especial nos anos elementares da Educação Básica, não se caracteriza como a apropriação de um instrumento simbólico, que possibilite ao estudante intervir na sociedade, e sim como apropriação de conhecimentos com um fim em si mesmos.

Para Gasparin (2007) aprender Matemática nos anos iniciais do Ensino Fundamental é construir relações entre os conceitos e a sua aplicabilidade no dia a dia, estabelecendo vínculos entre o saber científico e os diferentes saberes oportunizados em outros espaços (situações) de aprendizagem do cotidiano e ao logo da vida.

Desta forma, os conteúdos de Matemática nos anos iniciais necessitam ser abordados não com um fim em si mesmos, mas em uma relação dialética com situações reais, ou, como apresenta Gasparin (2007, p. 3), um “fazer pedagógico” que permita a compreensão dos “conhecimentos em suas múltiplas faces dentro do todo social”. Assim, faz-se necessário investigar metodologias e práticas pedagógicas que considerem que a apropriação dos conceitos matemáticos, nos anos iniciais, seja construída e tenha sentido, sendo necessário para isso buscar diferentes estratégias e recursos didáticos para melhorar os processos de ensino.

Contraopondo-se à prática, ainda usual na sala de aula, de entregar aos estudantes, exercícios com enunciados formulados, preferencialmente, numa sequência, do mais fácil ao mais difícil. Ou ainda, agrupados de acordo com técnicas semelhantes de resolução, a Modelagem Matemática, quando aplicada em uma perspectiva de Educação Matemática⁸ é uma metodologia, entre outras, que conduz a uma situação de investigação, onde é permitido ao estudante, formular suas próprias questões e desenvolver a sua criatividade ao buscar possibilidades de respostas.

Entretanto, o uso da Modelagem Matemática como estratégia de ensino e aprendizagem por parte dos professores, em

especial, os que trabalham nos anos iniciais do Ensino Fundamental ainda é bastante reduzido. Estudos como os de Luna, Souza e Santiago (2009); afirmam existir uma sensível carência de trabalhos relacionados à Modelagem, do 1º ao 5º ano do Ensino Fundamental, e a pesquisa desenvolvida por Dias, Reis e Santos (2010) mostrou que os poucos estudos realizados não se referem à aplicação desta metodologia no cotidiano das aulas de Matemática na sala de aula.

Segundo Chaves e Espírito Santo (2008), a maioria das escolas organiza seu currículo de modo tradicional. Isso conduz a uma visão equivocada da utilização da Modelagem, como uma metodologia associada à modalidade de projetos. De acordo com os autores, para realizar um trabalho a partir desta visão distorcida, tanto da Modelagem quanto da metodologia de projetos, basta dividir os estudantes em grupos, permitir que esses escolham um problema de interesse comum, a partir da escolha da situação-problema, desenvolver estratégias para solucioná-la, contemplando os conteúdos matemáticos, pré-estabelecidos pelo professor, o responsável pelo acompanhamento e direcionamento do trabalho. Para esses autores, uma das consequências desta visão reducionista é o entendimento por parte de alguns professores de que a Modelagem pode ser viabilizada unicamente em “momentos especiais”, ou seja, fora do cotidiano das aulas de Matemática como: Feiras de Ciências, Semanas Culturais, Oficinas temáticas.

A concepção de modelagem que norteou este estudo está de acordo com a perspectiva de Burak (2004), ou seja, uma metodologia para ser aplicada no contexto da sala de aula. Que considera as expectativas dos estudantes e tem como ponto de partida a interação deles com as situações-problema que se apresentam no seu cotidiano.

Cabe salientar, ainda, que para Burak (2004), nos anos iniciais do Ensino Fundamental, não é necessariamente obrigatória a construção de um modelo matemático, podendo-se inclusive, utilizar como modelo matemático a representação do objeto do estudo por meio de maquetes, textos coletivos, gráficos ou outra forma que permita aos estudantes explicitarem suas aprendizagens ao longo do trabalho desenvolvido.

Segundo Almeida e Mendes (2011, p. 50), a medida que o estudante pesquisa informações que são significativas para ele, vivencia a aprendizagem por investigação e torna-se sujeito

⁸ Atualmente concebe-se que o termo Educação Matemática já incorpora a perspectiva crítica.

do seu processo de desenvolvimento educativo. Nesta abordagem de investigação, o papel do professor passa a ser o de organizar e criar situações que propiciem novas experiências de aprendizagem que oportunizem o desenvolvimento da autonomia, a capacidade de trabalhar em grupo e a iniciativa de enfrentar novas situações.

Essa concepção de Modelagem Matemática pressupõe que o professor se depare com a incerteza, possibilitando-o a ser também um investigador. Para Skovsmose (2008), ao trabalhar com investigações o professor é chamado a desempenhar o seu papel de mediador entre o conhecimento do aluno e o conhecimento matemático já estabelecido, por meio de ações em que os estudantes expressem suas ideias e testem suas hipóteses. Para Skovsmose (2008), compartilhar conhecimentos, adquirir novas experiências, aguçam ainda mais o desejo de investigação. Ele compreende o diálogo investigativo como uma conversação que promove a aprendizagem, que permite ao estudante adquirir conhecimentos através do pensamento reflexivo sobre suas vivências na sala de aula, concebida neste contexto como o cenário de investigação.

Para aplicar a Modelagem na sala de aula, Burak e Klüber (2008) sugerem uma proposta que poderá ser desenvolvida em cinco etapas, porém os autores ressaltam que esta é apenas um modo de organizar o processo e que as etapas não necessariamente precisam seguir a mesma ordem. São elas: 1ª) *Escolha do tema*: a escolha dos temas pode ser proposta pela turma, ou por grupos constituídos por 3 a 5 participantes para trazer sentido aos estudantes. 2ª) *Pesquisa exploratória*: nessa etapa o conteúdo matemático a ser trabalhado é determinado pelos problemas levantados em decorrência da pesquisa de campo realizada pelos estudantes. Que pode ser por meio de uma saída de estudos, pesquisas na Internet ou outros suportes. As informações coletadas oferecem elementos para a análise qualitativa e quantitativa. 3ª) *Levantamento dos problemas*: o levantamento dos problemas e a compreensão da situação de estudo são oriundos das informações provenientes da pesquisa exploratória. 4ª) *Resolução do(s) problema(s) e o desenvolvimento dos conteúdos matemáticos relacionados ao tema*: é nessa etapa que se determinam os conteúdos a serem trabalhados para a resolução do(s) problema(s) elaborados pelos estudantes e

que se oportunizam a construção dos modelos matemáticos mesmo que sejam simples. 5ª) *Análise crítica da(s) solução(es)*: a última etapa consiste em retomar o problema investigado e avaliar a sua validação.

Salienta-se que a Educação Matemática, na perspectiva crítica, considera que a tecnologia esteja incorporada às metodologias de ensino com o objetivo de propiciar maior aprendizagem. Para Skovsmose (2008), o uso dos computadores em ambientes de aprendizagem pode ser caracterizado como cenário para investigação, desde que potencialize as discussões, a apropriação e a socialização de saberes entre os estudantes.

Desta forma, em consonância com este pressuposto, ao longo do processo de inserção da Modelagem nas aulas de Matemática, os estudantes utilizaram o laptop educacional – UCA nas atividades desenvolvidas em sala de aula.

A MODELAGEM COM O USO DA TECNOLOGIA NO DIA A DIA DA SALA DE AULA

O desenvolvimento das ações da pesquisa aconteceu ao longo do 2º semestre de 2013. Optou-se pela metodologia da pesquisa-ação ao considerar-se: a) a participação, a opinião, e a aprendizagem dos estudantes e da professora envolvidos na pesquisa; b) favorecer a comunicação e o exercício da democracia no contexto da sala de aula; c) a compreensão de que os referenciais teóricos que dão fundamentação a este estudo estão alinhados aos fundamentos epistemológicos da pesquisa-ação.

Compreendendo-se que nas pesquisas com caráter de investigação, relacionadas à Modelagem Matemática, a vivência anterior de outras experiências ou conhecimento sobre esta temática exercem influência sobre os resultados, considera-se importante afirmar que a professora e os 23 estudantes que participaram desta pesquisa não vivenciaram nenhuma experiência anterior com a utilização da Modelagem nas aulas de Matemática.

Os procedimentos da coleta de dados foram distribuídos em quatro etapas distintas da pesquisa-ação, caracterizadas por Richardson (2008) como: *diagnóstico, ação, avaliação e reflexão*. Na 1ª etapa: *Diagnóstico*: levantou-se as percepções iniciais dos sujeitos participantes com relação à Matemática e à aprendizagem dos conteúdos matemáticos, suas expectativas e a

escolha do tema para o desenvolvimento da modelagem na sala de aula com o uso do laptop educacional UCA; na 2ª etapa: *Ação*: realizou-se com a professora o estudo sobre os referenciais teóricos da Educação Matemática Crítica e da Modelagem Matemática; o planejamento da aplicação da modelagem com a professora; e a observação das atividades desenvolvidas na sala de aula, para verificar possíveis mudanças na prática pedagógica e na dinâmica das aulas a partir da inserção da Modelagem Matemática nas aulas com o uso do laptop UCA; na 3ª etapa: *Avaliação*: fez-se o levantamento das percepções da professora e dos estudantes a respeito da utilização da metodologia da Modelagem Matemática em sala de aula com o uso do laptop UCA; e a 4ª etapa: *Reflexão*: realizou-se a leitura, agrupamento e categorização dos dados coletados; e a análise dos dados a partir da triangulação das informações obtidas dos sujeitos participantes e dos referenciais teóricos da pesquisa.

Para aplicar a metodologia da modelagem em sala de aula, na perspectiva da Educação Matemática Crítica, optou-se pela utilização da sequência proposta por Burak e Klüber (2008).

a) *A escolha do tema*: O grupo elegeu o problema da falta e o desperdício de água potável no Planeta Terra para utilizar a metodologia da Modelagem e estudar os conteúdos matemáticos. Os estudantes se identificaram com este tema por estarem vivenciando, em suas residências e na própria escola, a escassez e o racionamento de água potável, ocasionado pelo rompimento de uma adutora que comprometeu a distribuição de água na cidade de Florianópolis naquele período.

b) *Pesquisa-exploratória*: De acordo com Burak e Klüber (2008) esta é uma etapa importante para a formação de estudantes críticos, pois para se conhecer um objeto e apresentá-lo, é preciso organizar os dados pesquisados, fazer o tratamento desses dados e compreender como eles podem ser utilizados para elaborar situações-problema abertas ou atividades investigativas⁹ que envolvam o ensino e a aprendizagem de conteúdos matemáticos. Definidos os grupos de trabalho, constituídos por quatro e/ou cinco participantes, deu-se início às pesquisas sobre a

temática escolhida, fazendo-se uso do laptop – UCA, conectado à Internet, para pesquisar informações relacionadas à Matemática. As pesquisas foram realizadas a partir de *sites* inicialmente indicados pela professora. Entretanto, durante o processo, os estudantes foram conquistando a autonomia de escolher seus próprios rumos, acompanhados das intervenções pedagógicas necessárias. A mediação da professora contribuiu para que os grupos de trabalho pesquisassem aspectos diferentes relativos ao tema da água. Após pesquisar informações relevantes sobre o tema escolhido, os grupos de trabalho elaboraram uma apresentação para a turma, utilizando o editor de texto do laptop educacional - UCA e o projetor da sala de aula. Os estudantes demonstraram familiaridade ao trabalhar com as ferramentas do editor de texto e de apresentação do laptop educacional UCA. Utilizaram em seus slides fotos, figuras, textos, vídeos, animações, infográficos entre outros recursos audiovisuais.

Segundo Valente (1999), o acesso às informações, a comunicação e os recursos audiovisuais que o computador possibilita contribuem para que a prática investigativa seja integrada à cultura escolar. Para este autor, o uso da informática na educação promove discussões no sentido de repensar questões como: a organização dos espaços e tempos da escola; o currículo; as concepções e as práticas pedagógicas em direção a um trabalho significativo e que promova a aprendizagem dos estudantes.

Nas apresentações, os estudantes foram sensibilizados por várias questões como: os elevados índices de consumo e desperdício de água potável no mundo; a quantidade de lixo acumulada no Oceano Pacífico, chegando a formar uma “ilha de lixo”; os acidentes ambientais gerados pelo derramamento de óleo nos oceanos; os impactos do efeito estufa sobre as geleiras do Oceano Ártico e Antártico; iniciativas bem sucedidas de uso racional da água; as medidas utilizadas para revitalizar os rios poluídos; o monitoramento e a análise dos índices de oxigênio dos rios; a quantidade de água que existe nos seres vivos. Essas questões favoreceram a compreensão da relação da Matemática com as outras áreas de conhecimento e propiciaram discussões nas disciplinas de Ciências, História e Geografia, propiciando um trabalho interdisciplinar. O mesmo se sucedeu

⁹ Na abordagem investigativa defendida por este estudo concebe-se a situações-problema que possibilitam variadas possibilidades de hipóteses de resoluções e de conjecturas como atividades investigativas. (PONTE, 2004).

com os aspectos relativos à interpretação e a produção textual que repercutiram nas aulas de Língua Portuguesa e Língua Estrangeira.

Essa diversidade de informações, acessadas da sala de aula, inclusive em comunidades com culturas e idiomas diferentes da Língua Portuguesa, e em sites de instituições que disponibilizam informações de pesquisas e experiências atualizadas contribuiu para ampliar a visão de mundo, fomentar discussões e desenvolver a criticidade dos estudantes. Este é o desafio da educação matemática crítica, incorporar o uso desse recurso para transformar informações em conhecimentos, de modo que esses conhecimentos contribuam para que estudantes e professores atuem de forma reflexiva e crítica na sociedade, exercendo a cidadania em busca de justiça social (SKOVSMOSE, 2008).

c) *Elaboração das atividades investigativas*: Com as informações matemáticas selecionadas, partiu-se para a elaboração das atividades investigativas relacionadas ao contexto do tema proposto pelos estudantes. Para Burak (2004), construir no estudante a capacidade de levantar situações e propor outras, a partir de dados obtidos, é um dos primeiros passos para que ele possa transformar situações do cotidiano em situações matemáticas, com o propósito de quantificar uma situação; e da mesma forma, buscar nas Ciências Sociais e Humanas, soluções que muitas vezes não são matemáticas, desenvolvendo a capacidade cidadã. Segundo o autor, o desenvolvimento da autonomia no estudante perpassa pela liberdade de conjecturar, construir hipóteses, analisar as situações e tomar decisões.

Entre as informações destacadas, os estudantes se depararam com numerais com ordem de grandezas maiores do que estavam acostumados a trabalhar; percentuais; números decimais; aproximações, interpretações de diferentes gráficos e tabelas. Assim, partiu dos próprios estudantes a necessidade de inferências, explicações ou contribuições da professora para facilitar a compreensão dos conceitos matemáticos relevantes na construção das hipóteses de resolução. A professora demonstrou ansiedade pois não estava habituada em deixar as tarefas se conduzirem de modo mais livre, e estava preocupada com a sequência dos conteúdos do programa da escola.

Todavia, apesar das dificuldades apresentadas, a mediação da professora foi relevante para auxiliar os estudantes na elaboração das atividades investigativas. Traz-se um registro de uma das suas percepções sobre esta etapa: [*Precisei usar estratégias diferentes para mediar a elaboração das atividades investigativas nos cinco grupos. Foi desafiador e difícil, mas também foi gratificante vê-los envolvidos, querendo saber o porquê de tudo*]. O que a professora estava começando a perceber e tentando dizer ao seu modo, é que a partir do trabalho com investigação, ao contrário das aulas na lógica do ensino tradicional, houve de certo modo, uma inversão, não era mais ela que insistia para que os estudantes prestassem atenção ou se envolvessem nas atividades, agora, eram os estudantes que solicitavam a atenção da professora para auxiliá-los nas atividades. Contudo, a professora demonstrou insegurança em relação às intervenções pedagógicas junto aos estudantes. Ora realizava inferências ou contribuía junto aos estudantes para a compreensão dos conceitos matemáticos abordados, ora se distanciava para que as discussões acontecessem entre os próprios estudantes. Isso pode ser evidenciado na seguinte afirmação: [*Fiquei insegura, se estava direcionando a elaboração das atividades, mas em alguns grupos foi preciso, os estudantes não estão acostumados a formular questões*] o que demonstra a necessidade dos estudantes de aprenderem a “buscar” informações, conjecturar e construir hipóteses com autonomia. Trata-se de um constructo que provavelmente não havia sido oportunizado a eles, reflexo de uma trajetória escolar permeada por práticas de ensino conservadoras que não enfatizam a participação ativa do estudante na construção do conhecimento e em seu próprio processo de desenvolvimento, levando-o a assumir uma postura de “seguidor” ao invés de ser um “buscador” (BURAK, 2004).

A seguir descreve-se uma atividade investigativa elaborada pelos estudantes com a mediação da professora: [*Considerando que um chuveiro ligado por 15 minutos gasta aproximadamente 140 litros de água. Quantos litros de água serão gastos aproximadamente em um banho de 15 minutos? E se o banho fosse reduzido em 3 minutos? E se o banho fosse de 30 minutos? E se em uma residência em que moram quatro pessoas e seus banhos fossem de aproximadamente 15 min, quanto seria o gasto*

diário no banho se cada morador tomasse um banho por dia?].

d) *Resolução das atividades investigativas:*

A Modelagem propõe a quebra da apresentação linear dos conteúdos realizada no ensino tradicional da Matemática. Podendo assim, ser necessário um conteúdo ainda não trabalhado, para resolver uma determinada situação-problema, ou no caso deste estudo, de uma atividade investigativa. Neste momento é importante que o professor na condição de mediador favoreça a construção desse conhecimento aos estudantes, podendo-se valer de inúmeras possibilidades como a busca dos conteúdos em livros, sites, softwares, ou até de situações empíricas para a obtenção dos primeiros resultados e aproximações, para assim, chegar a formas mais complexas e elaboradas de resolução (BURAK, 2004).

De acordo com Ponte (2004), para a resolução das atividades investigativas é importante o reconhecimento da situação, a sua exploração preliminar, a formulação de questões mais simples que ajudam para a constituição da hipótese principal, a formulação de conjecturas a partir da organização dos dados, e a testagem das hipóteses formuladas.

Entretanto, ao iniciar as tentativas de resoluções da primeira atividade investigativa, os estudantes demonstraram dificuldade para interpretar as informações fornecidas e compreenderem o que era realmente para fazer. Alguns perguntaram qual seria a operação que deveriam usar. Outros estudantes nem quiseram tentar formular uma hipótese de resolução, preferindo aguardar a validação da hipótese mais adequada pelo coletivo da turma. Esta falta de iniciativa evidencia que alguns estudantes não conseguiram identificar com quais conceitos ou algoritmos poderiam trabalhar e aguardaram passivamente qual a sequência de procedimentos que seriam utilizados para resolver a atividade proposta. Daí a necessidade de uma metodologia cuja prática pedagógica considere a compreensão dos conceitos matemáticos e a relação destes com outros conceitos da Matemática e com as demais áreas do conhecimento.

Estudos de Barbosa (2004) voltados às experiências iniciais da inserção da Modelagem Matemática em contextos da Educação Básica sugerem que primeiramente os estudantes

precisam se apropriar das capacidades de elaboração, diálogo investigativo e inquirição. Para tanto, se faz necessário um período, que ele denomina de “adaptação”, para que os estudantes saiam da lógica do ensino tradicional e incorporem a lógica do paradigma da investigação.

A dificuldade apresentada pelos estudantes na resolução das atividades investigativas e pela professora ao realizar as mediações nos cinco grupos de trabalho, trouxe a necessidade de um redirecionamento das ações a serem realizadas. Decidiu-se, então, reiniciar o processo de forma gradativa, trabalhando cada etapa definida por Ponte(2004) passo a passo, para estimular a participação e o envolvimento dos demais estudantes, e assim oportunizar entre eles o desenvolvimento da construção da independência de pensamento e da autonomia.

Ao longo da resolução das atividades investigativas os estudantes trabalharam nas aulas de Matemática os seguintes conteúdos: interpretação das informações nos textos; conceito, uso e operações com os números naturais; conceito e uso de frações no dia a dia; fração decimal; equivalência e comparação entre frações; conceito de números decimais; comparação e uso dos números decimais; operações com números decimais e fracionários; localização de frações e números decimais na reta numerada; estimativa; aproximações; interpretação de gráficos e tabelas; razão; proporção; porcentagem; sistema monetário e medidas de capacidade.

Com o acompanhamento e a mediação da professora, os estudantes acessaram sites livres onde, por meio de animações, vídeos, jogos e simulações puderam trabalhar esses conceitos matemáticos de forma lúdica e interativa. Diferentes modos de representação dos conceitos trabalhados foram disponibilizados pelo uso do computador conectado à Internet na sala de aula, ampliando as possibilidades de compreensão dos conceitos trabalhados. Para ilustrar, cita-se como exemplo a reta numerada virtual¹⁰, que amplia o intervalo conforme o posicionamento do mouse sobre ela, oportunizando ao estudante inferir a existência de infinitos números fracionários e decimais que existem entre os números naturais.

¹⁰ www.escolovar.org/mat.html

e) *Análise crítica das soluções*: A argumentação, e a validação das possibilidades de soluções para as atividades investigativas possibilitaram o aprofundamento dos conteúdos matemáticos com os aspectos não matemáticos envolvidos nas atividades investigativas. Foi um momento de comunicação e interação entre os estudantes, de trocas de ideias e de reflexões.

A princípio, na apresentação do processo de resolução ou das estratégias utilizadas, o estudante que representava seu grupo limitava-se a apresentar oralmente o desenvolvimento das ideias ou escrever na lousa apenas o registro da solução encontrada. Então, um estudante sugeriu que cada grupo poderia elaborar um slide com o desenvolvimento das questões para subsidiar as apresentações no momento da análise das respostas. Os demais estudantes aceitaram a sugestão, pois assim, não perderiam nenhuma etapa do processo de resolução e teriam mais subsídios para explicar o desenvolvimento de cada hipótese, o que sinaliza uma postura mais participativa e ativa dos estudantes em relação à construção do conhecimento, e evidencia a sala de aula como um espaço de pesquisa, diálogo e investigação. Por meio do projetor, as apresentações das soluções ficaram mais dinâmicas e sem a perda do processo desenvolvido pelo grupo. Assim, ficou mais fácil, tanto para quem estava explicando, como para quem queria entender.

Nas hipóteses de resolução elaboradas e apresentadas pelos estudantes foram utilizadas diferentes estratégias, das mais empíricas como desenhos de mostradores de relógio divididos em quartos de horas, até resoluções que demonstraram a sistematização dos conceitos e relações mais complexas.

Nesta atividade foram trabalhados o conceito de grandezas diretamente proporcionais e inversamente proporcionais. Os estudantes puderam reconhecer que existem duas maneiras diferentes de compreender o conceito de razão: a primeira, como relação entre grandezas da mesma espécie, como por exemplo: a razão entre duas superfícies, dois corpos; e a segunda, como quociente entre dois números, ou seja, a divisão do numerador pelo denominador de uma determinada fração, e que representa uma proporção. O grupo entendeu que as razões são uma espécie de representante geral, um padrão de algum fenômeno e que as razões utilizadas como

modelos de fenômenos podem nos ajudar a fazer estimativas. Os estudantes também aprenderam a exprimir razão como porcentagem, como por exemplo, o resultado 75% exprime a razão “3 para 4”, que significa a divisão de 3 por 4, que é 0,75 como um número decimal. Depois, ao se multiplicar por 100, a expressão 75% exprime a razão “3 para 4” como porcentagem.

O grupo optou por iniciar sua hipótese de resolução pela alternativa (d), e representar o mostrador de um relógio, dividido em quatro quartos de hora, que correspondem a 15 minutos cada um, ou seja, à quarta parte de 1 hora, que equivale a 60 minutos. A turma entendeu que o desenho do mostrador facilitou a compreensão e a resolução da situação-problema. O uso do *se* caracterizou o caráter aberto da atividade e propiciou a formulação de inúmeras conjecturas e hipóteses de resolução nas discussões entre os grupos.

Para a professora, as discussões suscitadas a partir de diferentes pontos de vista contribuíram para a ampliação da compreensão dos conceitos matemáticos, pois as diferentes formas de representação e argumentação proporcionaram processos mais elaborados de análise e conjecturações. Como ela mesma relatou: *[Percebi que as diferentes representações utilizadas pelos grupos para interpretar uma determinada atividade investigativa oportunizaram conjecturações mais complexas no momento da discussão e análise das hipóteses de resolução]*.

ANÁLISE DOS DADOS

A análise dos dados deu-se a partir da triangulação das informações coletadas dos sujeitos da pesquisa: os estudantes e a professora com os aportes teóricos que dão fundamentação a este estudo. Fez-se uso dos registros no caderno de campo da pesquisadora dos encontros para estudo e planejamento com a professora e da observação da aplicação da Modelagem com o uso do laptop UCA em sala de aula; das duas entrevistas com a professora realizadas, respectivamente, no início e no término da pesquisa; e das respostas qualitativas dos questionários aplicados aos estudantes antes e depois da inserção da metodologia da Modelagem com o uso do laptop nas aulas de Matemática.

Em se tratando de uma pesquisa-ação, ao longo do processo foi oportunizado aos estudantes

e à professora momentos de avaliação e de reflexão com relação às potencialidades e dificuldades encontradas na aplicação da Modelagem com o uso do laptop educacional UCA nas aulas de matemática. A partir das considerações realizadas, foram evidenciadas as seguintes *potencialidades* com relação à metodologia da Modelagem de acordo com Burak e Klüber (2008): a) fez os estudantes sentirem-se valorizados, ao perceberem que suas opiniões foram consideradas; b) oportunizou a constituição de um cenário de investigação, convidando os estudantes a formularem questões e a procurarem explicações; c) favoreceu a contextualização dos conteúdos matemáticos e a compreensão da relação da Matemática com o mundo; d) contribuiu para construir a ideia da Matemática como processo e desconstruir a “ideologia da certeza da Matemática” (SKOVSMOSE, 2006); e) proporcionou na sala de aula o “diálogo investigativo” (SKOVSMOSE, 2006) oportunizando a comunicação e a interação de ideias os estudantes; f) motivou os estudantes e a professora a deixarem a “postura de seguidores” e assumirem a “postura de buscadores” (BURAK, 2004); g) contribuiu para a compreensão do uso do conhecimento para resolver uma situação real ou minimizar os seus aspectos negativos.

Do mesmo modo, foram evidenciadas na aplicação da Metodologia no dia a dia da sala de aula as seguintes *dificuldades*: a) insegurança e ansiedade nas ações da professora pelos desafios que a modelagem impõe à prática pedagógica; b) resistência dos estudantes na etapa de elaboração, resolução e análise das atividades investigativas, pelo motivo de estarem habituados à lógica do ensino tradicional, que enfatiza a sequência de procedimentos e a memorização; c) os problemas de relacionamento que afloraram nos trabalhos em grupo, demanda que precisa ser discutida e trabalhada no coletivo da escola e não apenas nas aulas de Matemática; d) a acessibilidade dos laptops nem sempre foi possível no momento das atividades investigativas, o que deixou os estudantes irritados; e) a necessidade de um tempo maior no currículo da disciplina de Matemática para as discussões, construções e análises das hipóteses com os estudantes, e, para o estudo e planejamento da professora.

Para atender os objetivos da pesquisa e responder à indagação inicial, foram consideradas as seguintes categorias de análise: 1) Mudanças percebidas na prática pedagógica; 2) Mudanças

na dinâmica da sala de aula; 3) Mudanças verificadas em relação à construção do conhecimento; 4) Uso do laptop UCA na perspectiva crítica; 5) Mudanças no discurso e atitudes em relação à Matemática e à capacidade de aprender matemática da professora e dos estudantes.

Para averiguar as mudanças em relação à prática pedagógica dirigiu-se o foco em duas perspectivas: a) planejamento da professora; b) ações da professora na sala de aula. Com relação ao planejamento constatou-se que a partir da inserção da metodologia da Modelagem Matemática, a professora passou a refletir sobre as contribuições de cada atividade para a aprendizagem dos estudantes, elaborar estratégias diferentes de mediação de acordo com o perfil dos estudantes, planejar atividades que contemplassem as escolhas e as necessidades de aprendizagem dos estudantes, o que ocasionou uma demanda maior para a reflexão e preparação das ações a serem desenvolvidas em sala de aula. Com relação às ações pedagógicas junto aos estudantes, a pesquisa sinalizou insegurança nas intervenções da professora no sentido de não compreender até que ponto ela deveria ou não intervir para não direcionar as atividades dos estudantes. Observou-se também que o uso do “se” passou a ser constante no discurso da professora em suas intervenções pedagógicas. De acordo com Skovsmose (2008), isso contribuiu para a elaboração de formas de pensamentos mais complexos entre os estudantes e para intensificar o caráter aberto da investigação. A aplicação da Modelagem exigiu da professora a tomada de decisões e ações além das planejadas, impondo-lhe desafios a cada aula o que exigiu da mesma assumir junto aos estudantes uma postura de investigação. Tal fato fica evidenciado no seguinte relato: [*Eu comecei a prestar mais atenção ao perfil e as dificuldades de cada grupo, pois percebi que a estratégia utilizada com sucesso em um grupo, as vezes não funcionava em outro*]. Confirmando os estudos de Burak (2004), o professor precisa conhecer as características de cada grupo para escolher a melhor intervenção: em algumas situações, é necessário que o professor faça questionamentos mais direcionados, pois não se objetiva que os estudantes estabeleçam considerações equivocadas. As respostas dos estudantes confirmaram que a professora passou a ouvir as suas considerações, a fazer as intervenções de

forma menos diretiva, a prestar atenção nas estratégias de resolução das atividades e a explorar as dúvidas ou hipóteses que eles apresentavam, e essa mudança favoreceu a participação deles no processo de elaboração, resolução e análise dos conhecimentos trabalhados propiciando maior compreensão e apropriação dos conceitos matemáticos. Essas conclusões podem ser observadas no relato da professora a seguir: *[A metodologia exigiu uma mudança na minha prática pedagógica e essa mudança refletiu no aumento do envolvimento e da participação dos estudantes nas atividades. O fato de considerar o erro como parte do processo de aprendizagem permitiu maior compreensão e aprendizagem dos conceitos matemáticos]*.

As mudanças na dinâmica da sala de aula foram identificadas a partir das relações entre os estudantes e na relação entre a professora e os estudantes. A pesquisa evidenciou que a relação entre a professora e estudantes foi fortalecida. Os estudantes compreenderam o esforço da professora no sentido de propiciar a participação deles na escolha do tema, na elaboração das atividades e nas análises sobre o processo de resolução e validação das hipóteses de resolução. E, aos poucos, foram assumindo uma postura menos dependente em relação à professora, demonstrando autonomia e iniciativa para resolver os desafios que se apresentavam a cada atividade investigativa. Essa mudança oportunizou que a professora se aproximasse dos estudantes, conforme sinaliza uma de suas respostas: *[A Modelagem nos coloca em situação de desequilíbrio, não sabemos onde tudo vai dar, deixamos de ser donos da verdade, transmissores do conhecimento e passamos a aprender com os estudantes]*. De acordo com o seu relato, a professora saiu do papel de “transmissora” de conhecimentos e assumiu a postura de articuladora de aprendizagens junto aos estudantes. Ou seja, o trabalho com atividades investigativas e conteúdos não determinados previamente, fez com que a professora saísse da sua “zona de conforto” para assumir “riscos” (SKOVSMOSE 2008).

As relações entre os estudantes também ficaram mais fortalecidas, os próprios participantes interferiam para a mudança de alguma característica de algum colega do grupo que não estava contribuindo para alcançar os objetivos das atividades. A metodologia proporcionou a ampliação da interação entre os

estudantes gerando mais dinamismo ao processo de comunicação de ideias. Os estudantes discutiram, explicaram suas ideias, e avaliaram hipóteses, em pequenos grupos e no coletivo da turma, o que Skovsmose (2006) compreende como diálogo investigativo.

Para identificar as mudanças na construção do conhecimento em sala, o foco da coleta dos dados foi em relação à participação dos estudantes na realização das atividades; ao desenvolvimento da autonomia na realização das atividades e à apropriação dos conceitos matemáticos.

Ao se envolverem nas etapas propostas pela Modelagem, os estudantes, gradativamente foram se sentindo valorizados, ouvidos, considerados no grupo, tornando-se mais receptivos e abertos para novas aprendizagens. Segundo Burak (2004), na elaboração de atividades investigativas, formulação das hipóteses e análises das resoluções, o estudante percebe a Matemática como processo, e é convidado a participar ativamente da aula, a fazer previsões, a reconhecer o erro como uma tentativa de aproximação da resolução. Para ele, essas etapas são significativas para que o estudante exercite o seu pensar e amplie seus conhecimentos no sentido de considerar várias possibilidades de resoluções.

As colocações acima foram confirmadas pelos estudantes na seguinte afirmação: *[Não era só encontrar uma solução, tinha que explicar porque ela era a mais adequada, como o grupo chegou até ela, tinha que mostrar como o grupo pensou, qual a estratégia utilizada]*.

Entretanto, confirmando as pesquisas realizadas por (Burak, 2004), a ampliação da interação entre os estudantes, da comunicação, da discussão de ideias, e o caráter democrático das relações suscita negociações que precisam de uma lógica diferente da configuração usual de uma sala de aula. Exigem outras habilidades do professor para mediar às negociações entre os estudantes e as dificuldades de relacionamento; a necessidade de um tempo maior do que muitas vezes é disponibilizado no horário semanal para a disciplina de Matemática no currículo da escola, o que dificulta o processo, na medida em que as discussões precisam ser retomadas várias vezes em datas diferentes; e ainda, a importância de considerar-se, inclusive, mobiliários que favoreçam o trabalho em equipe, a apresentação e a análise das estratégias dos grupos.

Com relação ao desenvolvimento da autonomia, a pesquisa evidenciou que a falta de iniciativa dos estudantes, observada na 1ª tentativa de resolução das atividades investigativas, demonstrou que eles não estavam familiarizados à aplicação de uma metodologia pautada na dinâmica da investigação. Assim foi necessário trabalhar concomitantemente aos conteúdos matemáticos, aspectos que auxiliassem a incorporação do espírito investigativo e que favorecesse o desenvolvimento da capacidade de iniciativa e a autonomia dos estudantes. Isso reafirma as pontuações de Barbosa (2004), quando sinaliza que, especialmente nos anos elementares da Educação Básica, além da incorporação da prática compreensiva dos conceitos matemáticos trabalhados em sala de aula, faz-se necessário a introdução de metodologias e atividades que propiciem a construção da autonomia de pensamento das crianças. Do mesmo modo, Barbosa (2004) alerta para a questão do professor “saber dosar” os espaços de reflexão, ou seja, distribuir os momentos de discussão e análise com as crianças, considerando o interesse e o dinamismo delas, para evitar que sejam atraídas por outras questões mais emergentes.

A pesquisa sinalizou que houve uma mudança significativa em relação ao interesse e à participação dos estudantes no desenvolvimento das atividades, após a inserção da metodologia da Modelagem nas aulas de Matemática. A escolha do tema, as pesquisas exploratórias, a elaboração e a resolução das atividades propiciaram aos estudantes o acesso às diferentes formas de representação dos conteúdos matemáticos, potencializadas pelo uso do laptop UCA. As soluções empíricas trazidas pelos grupos na etapa das análises das hipóteses de resolução demonstraram que os estudantes haviam compreendido os conceitos trabalhados e se apropriado dos conteúdos matemáticos.

Sobre a questão do uso do laptop nas atividades da sala de aula a pesquisa sinalizou que a Metodologia da Modelagem Matemática permitiu o uso da tecnologia em uma perspectiva de Educação Matemática Crítica, pois, por meio da sua aplicação os estudantes utilizaram os recursos da Informática para dinamizar os processos de comunicação, socializar os conhecimentos produzidos para além da sala de aula, buscar informações, e auxiliar a compreensão dos conceitos que não estavam

consolidados por meio de pesquisas e atividades complementares. O uso do laptop UCA conectado favoreceu o acesso a diferentes formas de representação dos conceitos de fração, razão, localização dos números naturais, frações e decimais na reta numerada, transposição de fração para decimal e de decimal para fração, frações equivalentes, comparação de frações e as relações entre as grandezas diretamente e inversamente proporcionais, ampliando as possibilidades de compreensão desses conceitos pelos estudantes.

A utilização do computador conectado para apoiar o desenvolvimento das atividades em sala de aula também favoreceu as mudanças na prática pedagógica da professora, que saiu do centro do processo de ensino e aprendizagem e passou a exercer uma prática pautada na mediação, o que potencializou a troca de ideias e conjecturas entre os estudantes, e aproximou a sala de aula de um cenário para investigações (SKOVSMOSE, 2008).

Todavia também foram evidenciadas algumas considerações em relação ao uso da tecnologia que trouxeram dificuldades para o processo de ensino e aprendizagem dos conteúdos matemáticos em uma perspectiva crítica, como: a questão de que é preciso considerar que os estudantes não estão habituados a pesquisar com reflexão, isto é, com um propósito de construção de conhecimento, e na maioria das vezes queriam “navegar” ou realizar outras ações por meio do laptop fora do objetivo das atividades da aula, o que exigiu a mediação da professora também a esse respeito; e às questões relativas à acessibilidade, à capacidade de processamento e demais recursos do laptop, entre elas, o tamanho da tela, e a baixa capacidade de armazenamento da memória, o que deixou em alguns momentos os estudantes irritados e impacientes.

As mudanças na concepção em relação à Matemática e à capacidade de aprender os conteúdos matemáticos foram observadas em relação ao discurso e às atitudes da professora e dos estudantes. O estudo evidenciou que tanto para a professora quanto para os estudantes a inserção da Modelagem na sala de aula proporcionou uma ampliação da concepção da Matemática como área de conhecimento e da utilização dos conteúdos matemáticos como um meio, entre outros, para o desenvolvimento de uma participação mais efetiva nas questões da sociedade, para o exercício da cidadania e para a democracia, o que propiciou mudança de atitude

em relação ao ensino e à capacidade de aprender matemática. Skovsmose (2008) considera que esta forma de compreender a matemática trabalhada na escola como processo e não apenas para obter-se um resultado, contribui para o entendimento da Matemática não como uma área de conhecimento que se restringe ao seu próprio contexto, mas que é construída nas relações do dia a dia dos estudantes com o mundo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise realizada confirma: 1) A necessidade de aprimoramento na formação inicial e contínua dos professores que trabalham com a matemática no Ensino Fundamental, não apenas no que diz respeito à Modelagem Matemática, mas em relação às inovações metodológicas; 2) A importância de um currículo escolar que oportunize aos professores espaços para troca de experiências, estudos, reflexão e apoio ao trabalho pedagógico para a busca de inovações metodológicas; 3) Que a aplicação da Modelagem na perspectiva crítica, propiciou o uso do laptop educacional UCA na sala de aula, em uma perspectiva de Educação Matemática Crítica, e que o uso do laptop nas atividades propostas na metodologia aplicada dinamizou as ações desenvolvidas, contribuiu para ampliar o universo das informações sobre o tema escolhido, contextualizar os conteúdos matemáticos, para a compreensão da relação da Matemática com as outras áreas do conhecimento, para a sistematização dos conteúdos matemáticos por meio do acesso a diferentes formas de representação de um mesmo conceito, e, para a comunicação, a troca de ideias e a apropriação dos conteúdos matemáticos; 4) Que a Modelagem contribuiu para que a professora e os estudantes percebessem que a Matemática é construída nas relações do dia a dia das pessoas com o mundo e, desta forma, contribui para a capacidade inerente aos seres humanos de “aprender a aprender” continuamente, pois a cada nova aprendizagem há uma reelaboração das estruturas cognitivas no sentido de ampliar cada vez mais e sempre o potencial para novas aprendizagens.

Entretanto, diante da experiência realizada, constatou-se que a inserção da Modelagem Matemática em sala de aula no Ensino Fundamental é um desafio que requer apoio da equipe gestora da escola; compromisso ético e político do (a) professor (a) no sentido de buscar

novos modos de ensinar que suscitem à participação ativa, o desenvolvimento da autonomia e a aprendizagem; e a compreensão dos estudantes de serem corresponsáveis por seus processos de desenvolvimento e pela construção do conhecimento em sala de aula.

Assim, respondendo à problemática inicial desta pesquisa, conclui-se a partir das considerações mencionadas que a inserção da Modelagem Matemática no dia a dia da sala de aula, em uma perspectiva de Educação Matemática Crítica, com o apoio do computador conectado à Internet no desenvolvimento das atividades investigativas, mobilizou o ensino e a aprendizagem nas aulas de Matemática e desencadeou mudança na concepção da professora e dos estudantes em relação à cultura da Matemática e à aprendizagem da Matemática.

Referências

- ALMEIDA, M. E. B.; MENDES, M. **Utilização do laptop educacional em sala de aula**. In: ALMEIDA, M. E. B.; PRADO, M. E. B. B. (Org.) O computador portátil na escola: mudanças e desafios nos processos de ensino e aprendizagem. São Paulo. 2011
- BARBOSA, J. C. **Modelagem matemática na sala de aula**. Perspectiva, v. 27, PP. 65-74, 2004.
- BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais**: terceiro e quarto ciclos do ensino fundamental: matemática. Brasília, D. F: MEC/SEF, 1999.
- BURAK. A Modelagem Matemática na sala de aula. In: ENCONTRO PARANAENSE DE MODELAGEM EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA – EPMEM, 1., Londrina. **Anais...** Londrina, 2004. 1 CD-ROM.
- BURAK, D.; KLÜBER, T. Concepções de Modelagem Matemática: contribuições teóricas. **Educação Matemática Pesquisa**, São Paulo, v. 10, n. 1, p 17-34, 2008b.
- CHAVES, M. I. A.; ESPÍRITO SANTO, A. O. Modelagem Matemática: uma concepção e várias possibilidades. **Bolema**, Rio Claro, v. 21, n. 30, p. 149-161, 2008.
- CARRAHER, T. N.; CARRAHER, D. W.; SCHLIEMANN, A. D. **Na vida dez, na escola zero**. 14. Ed.. São Paulo: Cortez, 2006.
- CARVALHO, M. **Ensino da Matemática em cursos de Pedagogia**: a formação do professor polivalente. (Doutorado em Educação Matemática) - São Paulo: PUC/SP, 2009.
- DIAS, J. L. D., REIS, C. R. S. D., SANTOS, W. S. (2010) "II oficina de tutoria em ambientes virtuais de aprendizagem (Tutava): um relato de experiência formativa de recursos humanos para EAD", **Anais** do WIE.
- FIORENTINI, D.; LORENZATO, S. O profissional em educação matemática. Disponível em: [http:// sites.unisantabr/teiadossaber/apostila/matematica/profissional](http://sites.unisantabr/teiadossaber/apostila/matematica/profissional) em

_ Educação_Matemática-Erica2108.pdf>Acesso em 23 marc. 2014.

FREIRE, P. **Pedagogia do Oprimido**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1980.

GASPARIN, João Luiz. **Uma didática para a pedagogia histórico-crítica**. v.4. Ed. São Paulo: Autores Associados, 2007.

LUNA, A. V. A.; SOUZA, E. G.; SANTIAGO, A. R. C. M. A Modelagem Matemática nas séries iniciais: o germém de criticidade. **Alexandria revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, Florianópolis, v. 2, n. 2, p. 135-157, 2009.

MIGUEL, A.; MIORIM, M. Â. **História na Educação Matemática: propostas e desafios**. Belo Horizonte: Autêntica, 2004.

MORAES, S.P.G.; VIGNOTO, J.. O ENSINO DE MATEMÁTICA NOS PRIMEIROS ANOS DE ESCOLARIZAÇÃO: UMA ANÁLISE SOBRE OS CADERNOS DOS ESCOLARES. **Teoria e Prática da Educação**, v.3, p. 115-124, 2013.

PONTE, J. P. Investigar, ensinar e aprender. Actas do ProfMat 2003 (CD-ROM, p.25-39).Lisboa: APM, 2004

RICHARDSON, R. J. **Como fazer pesquisa ação?** 2008. Disponível em: <<http://jarry.sites.uol.com.br/pesquisacao.htm> - 2008>. Acesso em: 4 mar. 2014.

SKOVSMOSE. **Educação matemática crítica: incerteza, matemática, responsabilidade**. São Paulo: Cortez, 2006.

_____. **Desafios da reflexão em educação matemática crítica**. Campinas/SP:

Papirus, 2008.

VALENTE, W. R. **Uma História da Matemática Escolar no Brasil (1730-1930)**. São Paulo: Annablume, 1999.

Recebido em 05 de maio de 2015
Aprovado em 15 de outubro de 2015