



UNIVALI

UNIVERSIDADE DO VALE DO ITAJAÍ

SILVANA LEONORA LEHMKUHL TERES

**EM DIREÇÃO À EDUCAÇÃO MATEMÁTICA CRÍTICA: A análise de uma
experiência de Modelagem pautada na Investigação e no uso da Tecnologia**

Itajaí (SC)
2014



UNIVALI

UNIVERSIDADE DO VALE DO ITAJAÍ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU* EM
EDUCAÇÃO MESTRADO ACADÊMICO – PPGE

SILVANA LEONORA LEHMKUHL TERES

**EM DIREÇÃO À EDUCAÇÃO MATEMÁTICA CRÍTICA: A análise de uma
experiência de Modelagem pautada na Investigação e no uso da Tecnologia**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Educação PPGE, da universidade do Vale do Itajaí, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Educação. Eixo Temático da Pesquisa: Informática na Educação. Linha de Pesquisa: Cultura, Tecnologia e Aprendizagem.

Orientador: Prof. Dr. André Luís Alice Raabe

Itajaí (SC)

2014



UNIVALI

UNIVERSIDADE DO VALE DO ITAJAÍ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU* EM
EDUCAÇÃO MESTRADO ACADÊMICO – PPGE

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

SILVANA LEONORA LEHMKUHL TERES

**EM DIREÇÃO À EDUCAÇÃO MATEMÁTICA CRÍTICA: A análise de uma
experiência de Modelagem pautada na Investigação e no uso da Tecnologia**

Dissertação avaliada e aprovada pela Comissão Examinadora e referendada pelo Colegiado do PPGE como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Educação.

Itajaí (SC), 11 dezembro de 2014.

Membros da Comissão:

Orientador: _____

Prof. Dr. André Luís Alice Raabe

Membro externo: _____

Prof. Dr. Mérciles Thadeu Moretti / UFSC

Membro representante do colegiado: _____

Profa. Dra. Verônica Guesser

Itajaí (SC)

2014

Dedico este estudo:

Ao meu esposo Júlio César, pela sua
compreensão, companheirismo e apoio ao
longo do curso de Mestrado e da elaboração
desta dissertação.

Agradecimentos

Agradeço a Deus, que me protegeu, me amparou e me deu força nos momentos difíceis do curso de mestrado e na realização desta dissertação.

À minha família querida, em especial a minha mãe Ivonár, ao meu esposo Júlio e a minha amada filha Maria Fernanda que sempre me apoiaram e souberam compreender a minha ausência nos momentos de convivência em família.

À amiga Marina Guazelli Soligo pelo apoio e incentivo para a materialização deste estudo.

Ao meu orientador Dr. André Alice Raabe, pelos encaminhamentos no processo de elaboração desta dissertação. E por sua ação pedagógica, imbuída de profissionalismo, rigor e afetuosidade, que me conduziram a novos modos de ver e interagir com os meios digitais nas relações de ensino e aprendizagem.

Aos professores que fizeram parte da banca examinadora desta dissertação, Prof^a. Dra. Verônica Guessier e Prof^o. Dr. Mérciles Thadeu Moretti, pelo comprometimento, pela postura ética e pelas importantes contribuições realizadas para o aprimoramento desta pesquisa.

À equipe do programa de Pós Graduação em Educação da Univali, em especial, à coordenadora do Programa, Prof^a. Dr^a. Valéria Silva Ferreira pelo apoio e incentivo nos momentos de desafio, aos professores, pelas vivências e aprendizagens construídas ao longo do curso, à Mariana, da secretaria do curso, pela gentileza e doçura e disponibilidade no atendimento das minhas necessidades.

Ao diretor Geral do Colégio de Aplicação/UFSC, Prof^o José Análio e à equipe colegiada da referida escola que possibilitaram a realização da pesquisa de campo.

Às professoras dos anos iniciais do Colégio de Aplicação/UFSC que participaram e contribuíram para a coleta de informações desta pesquisa.

Aos responsáveis dos estudantes participantes que compreenderam a relevância deste estudo e autorizaram a participação de seus filhos nesta pesquisa.

Aos estudantes do 5º ano do Ensino Fundamental do Colégio de Aplicação/UFSC que participaram deste estudo e contribuíram com seus depoimentos marcados pela espontaneidade e sinceridade das crianças.

Aos companheiros do Grupo de Estudos Informática na Educação pelas contribuições e sugestões no processo de elaboração desta dissertação, e pelos momentos de descontração que aconteceram no percurso do estudo.

Em fim, obrigada a todos que, de alguma forma, fizeram parte desse processo de apropriação de conhecimento e crescimento humano.

*Nada é, tudo está.
Muitas são as possibilidades, nada está definido.
Albert Einstein*

RESUMO

The study, linked to the line of research on culture, technology and learning, focuses on the teaching and learning of mathematics in primary education. It aims to analyze the insertion of the impacts of Mathematical Modeling, from the perspective of critical mathematics education, in the relations in a class of 5th year of elementary school. This present research aims also present the construction route of mathematical knowledge in an interdisciplinary and contextualized by making use of the educational program of the Institute laptop connected to the Internet focus. Theoretical frameworks that give reasons in that work are driven, the assumptions of Critical Mathematics Education, (Skovsmose 2000 2006, 2008); Mathematical Modelling (BURAK 1987, 1992, 2004, 2008, 2010 and BARBOSA 2003, 2004), and IT in Education (Valente 1993, 1999 and PAPERT 2006, 2008). The methodology is qualitative, with features of action research. The subjects were a teacher and 23 students in a class of 5th grade of the elementary years of a public school. The procedures of data collection were questionnaires, observations and interviews. The data collection instruments were: the records of the contents of the researcher's field notes, questionnaires applied to students, and transcripts of interviews with the teacher. Data analysis was anchored in the theoretical frameworks that underpin this study dialog with the analysis of the content of the information collected in the survey. The results showed that the methodology used led to changes of culture in relation to Mathematics and to its learning in the teacher and students. The survey showed positive points for an effective participation of students in the process of appropriation of mathematical concepts and knowledge building. And it also showed that the mathematical modeling, applied from the perspective of critical mathematics education to classroom daily routine, with the use of computers connected to the Internet to support investigative activities, caused movement in the Mathematics teaching and learning, since it triggered changes in the teacher's pedagogical practice, who started to take into account the opinions and findings of students and to carry out her role based on democracy and mediation.

Palavras-chave: Educação Matemática Crítica. Modelagem Matemática. Informática na Educação. Ensino Fundamental.

ABSTRACT

The study, linked to the line of research on culture, technology and learning, focuses on the teaching and learning of mathematics in primary education. It aims to analyze the insertion of the impacts of Mathematical Modeling, from the perspective of critical mathematics education, in the relations in a class of 5th year of elementary school. This present research aims also present the construction route of mathematical knowledge in an interdisciplinary and contextualized by making use of the educational program of the Institute laptop connected to the Internet focus. Theoretical frameworks that give reasons in that work are driven, the assumptions of Critical Mathematics Education, (Skovsmose 2000 2006, 2008); Mathematical Modelling (BURAK 1987, 1992, 2004, 2008, 2010 and BARBOSA 2003, 2004), and IT in Education (Valente 1993, 1999 and PAPERT 2006, 2008). The methodology is qualitative, with features of action research. The subjects were a teacher and 23 students in a class of 5th grade of the elementary years of a public school. The procedures of data collection were questionnaires, observations and interviews. The data collection instruments were: the records of the contents of the researcher's field notes, questionnaires applied to students, and transcripts of interviews with the teacher. Data analysis was anchored in the theoretical frameworks that underpin this study dialog with the analysis of the content of the information collected in the survey. The results showed that the methodology used led to changes of culture in relation to Mathematics and to its learning in the teacher and students. The survey showed positive points for an effective participation of students in the process of appropriation of mathematical concepts and knowledge building. And it also showed that the mathematical modeling, applied from the perspective of critical mathematics education to classroom daily routine, with the use of computers connected to the Internet to support investigative activities, caused movement in the Mathematics teaching and learning, since it triggered changes in the teacher's pedagogical practice, who started to take into account the opinions and findings of students and to carry out her role based on democracy and mediation.

Keywords: Critical Mathematics Education. Mathematical Modeling. Computers in Education. Elementary School.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Slide sobre a distribuição de água doce no mundo	94
Figura 2: Gráfico com as respostas da 1ª questão do 1º questionário aplicado aos estudantes	97
Figura 3: Gráfico com as respostas da 2ª questão do 1º questionário aplicado aos estudantes	97
Figura 4: Gráfico com as respostas da 3ª questão do 1º questionário aplicado aos estudantes	98
Figura 5: Gráfico com as respostas da 4ª questão do 1º questionário aplicado aos estudantes	98
Figura 6: Gráfico com as respostas da 5ª questão do 1º questionário aplicado aos estudantes	99
Figura 7: Gráfico com as respostas da 6ª questão do 1º questionário aplicado aos estudantes	99
Figura 8: Atividade desenvolvida na sala de aula com o uso do computador conectado	105
Figura 9: Slide com uma das hipóteses de resolução da atividade investigativa nº 1 do quadro 7 da p. 105	112
Figura 10: Slide com uma das hipóteses de resolução da atividade investigativa nº 2 do quadro 7 da p. 105	113
Figura 11: Gráfico com as respostas da 1ª questão do questionário final aplicado aos estudantes	118
Figura 12: Gráfico com as respostas da 2ª questão do questionário final aplicado aos estudantes	118
Figura 13: Gráfico com as respostas da 3ª questão do questionário final aplicado aos estudantes	119
Figura 14: Gráfico com as respostas da 4ª questão do questionário final aplicado aos estudantes	119

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Modelos de práticas de sala de aula	43
Quadro 2: Paradigmas de práticas da sala de aula	44
Quadro 3: IDEB 2011 do Colégio de Aplicação - UFSC	72
Quadro 4: Formação dos docentes do Colégio de Aplicação - UFSC	73
Quadro 5: Tempo de atuação dos docentes no Colégio de Aplicação - UFSC	74
Quadro 6: Conteúdos do 3º trimestre do 5º ano do Ensino Fundamental	95
Quadro 7: Atividades investigativas elaboradas pelos estudantes	106
Quadro 8: Eixos para a análise dos dados	123
Quadro 9: Potencialidades evidenciadas na inserção da Modelagem	141
Quadro 10: Dificuldades evidenciadas na inserção da Modelagem	142

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	17
1.1 MOTIVAÇÃO E JUSTIFICATIVA	24
1.2 OBJETIVOS DA PESQUISA	26
1.2.1 Objetivo Geral	26
1.2.2 Objetivos Específicos	26
1.3 ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO	26
2 REFERENCIAL TEÓRICO	28
2.1 A MATEMÁTICA E O ENSINO DA MATEMÁTICA	30
2.2 A EDUCAÇÃO MATEMÁTICA E A EDUCAÇÃO MATEMÁTICA CRÍTICA	33
2.3 A EDUCAÇÃO MATEMÁTICA CRÍTICA E A PRÁTICA PEDAGÓGICA	36
2.4 DA RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS À INVESTIGAÇÃO	42
2.5 A PRÁTICA INVESTIGATIVA NOS ANOS INICIAIS	45
2.6 A TECNOLOGIA UTILIZADA COMO CENÁRIO PARA INVESTIGAÇÃO	49
2.7 A MODELAGEM MATEMÁTICA COMO CENÁRIO PARA INVESTIGAÇÃO	55
3 METODOLOGIA	65
3.1 A METODOLOGIA DA PESQUISA-AÇÃO	66
3.2. CARACTERIZAÇÃO DA ESCOLA	71
3.2.1 Caracterização geral dos professores da escola	73
3.2.2 Caracterização geral dos estudantes da escola	74
3.3. Os sujeitos participantes da pesquisa	75
3.3.1 A professora participante da pesquisa	75
3.3.2 Os estudantes participantes da pesquisa	75
3.4 PROCEDIMENTO PARA A REALIZAÇÃO DA PESQUISA	76
3.4.1 Entrevista inicial com a professora	78
3.4.2 Questionário inicial com os estudantes	78
3.4.3 Registro da pesquisadora sobre as ações com a professora	78

3.4.4 Registro da pesquisadora das observações em sala de aula	79
3.4.5 Entrevista final com a professora	79
3.4.6 Questionário final com os estudantes distribuídos por grupo de trabalho	80
3.5 PROCEDIMENTO DE ANÁLISE DOS DADOS	81
4 DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA AÇÃO	84
4.1 1ª Etapa da Pesquisa-ação: Diagnóstico	84
4.2 2ª Etapa da Pesquisa-ação: Ação	86
4.2.1 Ações com a professora	87
4.2.2 Ações em sala de aula	87
4.2.3 Sobre a construção do modelo	115
4.3 3ª Etapa da pesquisa-ação: A Avaliação	116
4.4 4ª Etapa da pesquisa-ação: A Reflexão	120
5. A ANÁLISE FINAL DOS DADOS DA PESQUISA	122
6. CONSIDERAÇÕES	165
REFERÊNCIAS	170
APÊNDICES	175

1 INTRODUÇÃO

A aprendizagem da Matemática é tão essencial como a leitura e a escrita. Muitos de seus conceitos são fundamentais para outras ciências e o exercício da cidadania na sociedade contemporânea. As contribuições das áreas da Psicologia, da Sociologia, da Antropologia e de outras áreas de conhecimento demonstram que diferentes aspectos repercutem na aprendizagem da matemática. Os Parâmetros Curriculares Nacionais ressaltam o papel formativo da Matemática:

Em seu papel formativo, a Matemática contribui para o desenvolvimento de processos de pensamento e a aquisição de atitudes, cuja utilidade e alcance transcendem o âmbito da própria Matemática, podendo formar no aluno a capacidade de resolver problemas genuínos, gerando hábitos de investigação, proporcionando confiança e desprendimento para analisar e enfrentar situações novas, propiciando a formação de uma visão ampla e científica da realidade, a percepção da beleza e da harmonia, o desenvolvimento da criatividade e de outras capacidades pessoais. (BRASIL, 1999, p. 251).

Além de considerar importante a prática compreensiva de procedimentos, os PCN'S salientam que os estudantes tenham experiências de aprendizagem diversificadas que oportunizem a resolução de problemas; as atividades de investigação; a exploração de conexões e a comunicação.

A ênfase da matemática escolar não está na aquisição de conhecimentos isolados e no domínio de regras e técnicas, mas sim na utilização da matemática para resolver problemas, para raciocinar e para comunicar, o que implica a confiança e a motivação pessoal para fazê-lo. (BRASIL, 2001, p.31).

OS PCN'S também destacam a utilização de metodologias e estratégias didáticas que favoreçam o senso crítico e desenvolvam a criatividade dos estudantes.

Para tanto, o ensino da Matemática prestará sua contribuição à medida que forem exploradas metodologias que priorizem a criação de estratégias, a comprovação, a justificativa, a argumentação, o espírito crítico e favoreçam a criatividade, o trabalho coletivo, a iniciativa pessoal e a autonomia advinda do desenvolvimento da confiança na própria capacidade de conhecer e enfrentar desafios. (BRASIL, 2001, p.31).

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.

Carraher et al. (2006) questionam a discrepância entre a matemática ensinada na escola e a matemática utilizada em diferentes situações no cotidiano dos estudantes. Há uma valorização dos conteúdos conceituais, em detrimento dos conteúdos procedimentais e atitudinais.

O ensino da matemática se faz, tradicionalmente, sem referência ao que os alunos já sabem. Apesar de todos reconhecerem que os alunos podem aprender sem que o façam na sala de aula, tratamos nossos alunos como se nada soubessem sobre tópicos ainda não ensinados. (CARRAHER et al. 2006, p.21).

Skovsmose (2008) questiona as práticas pedagógicas tradicionais utilizadas no ensino da matemática, muitas vezes realizadas sem reflexão, como a excessiva realização de listas de exercícios, que enfatizam os procedimentos e modos de fazer. Para Skovsmose, o ensino tradicional da Matemática enquadra-se no que ele denomina “paradigma do exercício”, que 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 da investigação, embasada no “paradigma da incerteza” que dá ênfase ao processo de construção das hipóteses, e considera, ao invés de uma única solução, variadas possibilidades de soluções.

Esta abordagem, embora pareça inovadora, não difere das orientações aos professores dispostas nos Parâmetros Curriculares Nacionais, quando propõem projetos de aprendizagem que contemplem a problematização, a experimentação e a sistematização dos conhecimentos que contribuam para a desestabilização de verdades, ao invés da mera memorização de informações. (BRASIL 1997)

Os resultados obtidos pelo Sistema Nacional de Avaliação Escolar da Educação Básica (SAEB) em 2011, nos testes de rendimento em Matemática aplicados aos estudantes do 5º ano dos anos iniciais do Ensino Fundamental, demonstram que, embora o país tenha superado a meta de 4,6 pontos, prevista para 2011, alcançando 5.0, ainda há muito a ser melhorado nos processos de ensino em virtude da efetiva aprendizagem da Matemática nos anos elementares da Educação

Básica. Em 2012, entre os 65 países participantes do PISA¹, em Matemática, o Brasil ficou na 58ª posição, com 391 pontos, e o que mais preocupa é que a dificuldade de aprender matemática além de afetar o presente do estudante pela sensação de fracasso iminente, provavelmente irá influenciar a sua vida profissional futura e a sua realização pessoal. Nos anos finais do Ensino Fundamental (9º ano), 16,9% dos alunos alcançaram desempenho adequado em Matemática - a meta era de 25,4%, e, no Ensino Médio, o percentual de alunos com aprendizado adequado diminuiu para 10%. Verifica-se, então, que a Matemática da forma como vem sendo abordada, como um campo produtor de fracasso, está contribuindo mais para a exclusão do que para a transformação social, a democratização e o exercício da cidadania.

Segundo D'Ambrósio (2004), essa democratização está diretamente relacionada ao processo educacional e à estrutura curricular que o representa. O currículo oficial que estrutura o processo educacional no Brasil identifica-se mais com instruções e regulamentações, que com as questões relativas ao desenvolvimento democrático o que contribui para a concepção de que a democracia, ao invés de ser construída por todos os seus cidadãos, é um ato político realizado pelo governo que é “o responsável” pela resolução ou gerenciamento das demandas da sociedade.

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-os² no sentido de conceber singularidades e 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

¹Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (PISA) é uma prova aplicada pela Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) para medir o nível de habilidades de estudantes de diferentes países em três áreas do conhecimento: matemática, leitura e ciências. O exame ocorre a cada três anos para alunos na faixa etária de 15 anos. Em Matemática, o Brasil ficou em 58º lugar; a frente apenas da Argentina, Tunísia, Jordânia, Colômbia, Catar, Indonésia e Peru. Em Leitura, ficou na 55ª e, em Ciências, ocupa a 59ª posição.

² Termo cunhado por Paulo Freire no livro *Pedagogia do Oprimido*, publicado pela 1ª vez em 1969 nos EUA.

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.

Para D'Ambrósio (2004), o grande desafio para a aprendizagem dos conteúdos matemáticos é mudar a concepção do ensino da Matemática no próprio ambiente escolar. Para este autor uma Educação Matemática efetiva transcende os conteúdos matemáticos, considera o desenvolvimento crítico dos estudantes.

Skovsmose (2008) amplia a discussão ao propor a Educação Matemática, pautada na perspectiva crítica. A Educação Matemática Crítica defendida por Skovsmose (2008) propõe que, em sala de aula, estudantes e professor desenvolvam uma metodologia fundamentada no diálogo investigativo, tendo em vista a aprendizagem, a construção do conhecimento, as relações democráticas e a cidadania.

Para este autor, a Educação Matemática crítica tem um papel fundamental na construção da cidadania, pois a sociedade, cada vez mais, se serve dos conhecimentos científicos e tecnológicos. O processo de comunicação da sociedade atual está permeado de representações gráficas, desenhos, construções, códigos, senhas e signos da linguagem matemática que precisam ser incorporados pelas pessoas. O que justifica a necessidade da democratização do acesso ao ensino e à aprendizagem da Matemática. O autor sustenta sua argumentação nos fundamentos da abordagem da Educação Libertadora³ de Paulo Freire, que compreende o diálogo como princípio fundador da aprendizagem, pois é por meio do diálogo que as pessoas expõem suas ideias, ouvem umas as outras e reorganizam seus pensamentos, tornam-se abertas à reflexão e à aprendizagem.

A Educação Matemática Crítica considera importante trazer para o âmbito da sala de aula questões que propiciem discussões sobre progresso e tecnologia.

³ Publicada no livro "Pedagogia do Oprimido", cuja a data da versão original nos EUA foi em 1969 e no Brasil em 1974.

Segundo Skovsmose (2006), o desenvolvimento das tecnologias da informação tem contribuído para a suscitar discussões sobre o papel da Matemática na sociedade. Para este autor as TIC's⁴ permitem aos estudantes a ampliação do acesso às informações e o uso de inúmeros recursos audiovisuais que possibilitam a comunicação e a socialização dos conhecimentos produzidos em sala de aula, oportunizando diferentes modos de representação e apropriação dos conceitos matemáticos. O uso desses recursos, porém, prevê a necessidade de professores que saibam utilizá-las de forma crítica na prática escolar e que estejam abertos ao uso de metodologias que considerem a amplitude das informações que podem imergir no contexto da sala de aula. É importante ter o entendimento de que a informática, por si só, não garante a mudança e sim a forma como ela é utilizada. O uso das novas tecnologias nas aulas de Matemática de forma crítica pode ser uma estratégia que oportuniza estudantes e professores a contextualizarem e compreenderem os conceitos Matemáticos por meio da experimentação, visualização, simulação, e atividades de investigação no dia a dia da sala de aula.

Nesse sentido, a abordagem da Educação Matemática Crítica não pode ser concebida dissociada da tecnologia, ao passo que se constitui num instrumento a favor da construção de conhecimentos, valores e atitudes, frente às questões sociais, científicas, econômicas e políticas da sociedade *matematizada*⁵ em que vivemos.

Para o exercício da democracia em uma sociedade altamente tecnológica, a educação precisa propiciar o desenvolvimento de competências que incluam a informação e o conhecimento, para que as decisões, no âmbito micro ou macro, que afetam as questões ambientais, políticas, econômicas e sociais, sejam avaliadas, pela maioria dos cidadãos.

É fato que não existe um modo único de ensinar e de aprender Matemática. “No entanto, conhecer diversas possibilidades de trabalho em sala de aula é fundamental para que o professor construa sua prática” (BRASIL, 1997, p.42). Uma dessas possibilidades entre outras é a Modelagem Matemática.

⁴ 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).

⁵ Refere-se ao envolvimento da Matemática com os processos de automação em situações cotidianas da sociedade contemporânea, onde os números são transformados em códigos que geram informações nas diferentes áreas do conhecimento (Medicina, Telecomunicações, Robótica...)

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, 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.

Uma prática pedagógica orientada pela Modelagem Matemática exige do professor de Matemática uma concepção de ensino e de aprendizagem que reconheça que “aprender matemática” está relacionado ao “fazer matemática”, por meio de ações em que os estudantes possam identificar problemas, expressar ideias próprias, testar hipóteses, e argumentar suas considerações de forma crítica. Este modo de “fazer matemática” junto aos estudantes faz com que o professor a todo o momento, se depare com a incerteza, fazendo-o “correr riscos”, possibilitando-o a ser também um investigador.

Entretanto, ainda é restrito 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. Estudos como os de Luna, Souza e Santiago (2009); Dias e Smith (2010) afirmam existir uma sensível carência de trabalhos relacionados à Modelagem, do 1º ao 5º ano do Ensino Fundamental e os poucos estudos realizados não se referem à aplicação desta metodologia no cotidiano das aulas de Matemática na sala de aula.

Tendo em vista o exposto, o presente trabalho propõe pesquisar as implicações sobre a inserção da modelagem matemática no dia a dia de uma sala de aula do Ensino Fundamental de uma escola pública. O foco principal das análises realizadas estará em avaliar a mudança na relação entre a professora e os estudantes com o ensino e a aprendizagem da matemática.

Diante do exposto, esta pesquisa aborda a seguinte questão problema: **Como as contribuições da Modelagem Matemática, em uma perspectiva de Educação Matemática Crítica, podem mobilizar a professora e os estudantes de uma turma do 5º ano do Ensino Fundamental para o ensino e a aprendizagem da Matemática?**

Ao longo do trabalho aborda-se a inserção da Modelagem Matemática nos anos iniciais numa perspectiva de Educação Matemática Crítica. Discute-se a questão relacionando-a à investigação e à tecnologia. Na investigação trabalham-se os conceitos: diálogo investigativo e cenário de investigação (Skovsmose, 2008). A escola campo da pesquisa está inserida no Programa UCA (Um Computador por Aluno), 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 e ao considerar o cotidiano e o contexto dos estudantes na concepção e desenvolvimento das situações de aprendizagem considera-se que a tecnologia passa a estar inserida.

Deste modo fazendo-se uso do laptop educacional (UCA) conectado à Internet na sala de aula para apoiar à busca de informações e conhecimentos que emergem das atividades investigativas pretende-se discutir sobre as possibilidades metodológicas da Modelagem Matemática e, analisar as implicações da sua inserção no dia a dia da sala de aula para a contextualização dos conteúdos matemáticos e a interdisciplinaridade da Matemática.

Esta pesquisa tem caráter qualitativo e utiliza como metodologia a pesquisa-ação. Os sujeitos da pesquisa são uma professora de Matemática e 23 estudantes do 5º ano do Ensino Fundamental de uma escola pública, localizada na região metropolitana de Florianópolis/SC.

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, assim considera-se importante salientar que os sujeitos participantes, não vivenciaram nenhuma experiência neste sentido, e que a professora da turma não participou de nenhuma formação docente sobre Modelagem Matemática.

Como instrumento de coleta de dados para a análise do processo e dos resultados fez-se uso dos registros no caderno de campo da pesquisadora, de questionários aplicados aos estudantes e das transcrições das entrevistas com a professora. A análise dos dados deu-se a partir da triangulação das informações coletadas dos sujeitos da pesquisa: estudantes, professora e pesquisadora com os aportes teóricos que dão fundamentação a este estudo.

Neste sentido, compreende-se que esta investigação está alinhada às políticas educacionais vigentes e que tem o potencial de contribuir para discussão acerca da integração da tecnologia ao processo de ensino e aprendizagem, e de práticas pedagógicas que oportunizem maior participação dos estudantes na construção do conhecimento.

1.1 MOTIVAÇÃO E JUSTIFICATIVA

Atualmente são comuns discussões sobre a apropriação dos conceitos matemáticos pelos estudantes dos anos Iniciais do Ensino Fundamental, período este que influencia diretamente o desempenho destes estudantes em seus estudos posteriores.

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.

Nesta perspectiva, uma das questões a analisar está intimamente ligada às concepções e à formação dos docentes dos anos iniciais. Outra vertente de análise dessa problemática perpassa pela questão do currículo da educação escolar e considera que a escola precisa considerar o desenvolvimento da criatividade e da cidadania dos estudantes frente às transformações e às exigências da sociedade contemporânea.

Exercendo a função de professora de Matemática ⁶ e coordenadora Pedagógica ⁷, ao longo da minha trajetória profissional e acadêmica, venho

⁶ Licenciada em Ciências Exatas, com Habilitação Plena em Matemática (1986).

⁷ Licenciada em Pedagogia, com Habilitação em Administração Escolar (1992) e em Supervisão Escolar (2006).

compartilhando, juntamente aos demais profissionais da área, as dificuldades que permeiam o ensino e a aprendizagem da Matemática nos diferentes níveis da Educação Básica. Entre elas, a ênfase dada aos procedimentos de memorização, que não mobilizam a curiosidade e a criatividade dos estudantes, a pouca utilização das ferramentas tecnológicas como recursos didáticos pedagógicos, a materialização de atitudes e concepções dicotômicas como “certo/errado” que eliminam a dúvida e a incerteza, e reduzem as possibilidades de novas aprendizagens, a não consideração dos aspectos sociais e críticos da Educação Matemática, a falta de estímulo à troca de experiências, ao diálogo e à prática colaborativa entre os estudantes, a não contextualização dos conteúdos matemáticos e da relação da Matemática com as demais áreas do conhecimento.

Essas percepções citadas mobilizaram-me a contribuir no sentido de que os professores percebam que a Matemática pode ser trabalhada de forma diferente, por meio de uma prática que possibilite à compreensão e a aplicação dos conceitos matemáticos pelos estudantes ao invés da mera memorização de procedimentos.

Ao ingressar no mestrado no Programa de Pós-graduação em Educação, a participação nos estudos vinculados à linha de pesquisa Cultura, Tecnologia e Aprendizagem intensificaram o meu interesse em dialogar, com professores e acadêmicos, sobre as possibilidades de participação ativa dos estudantes na construção do conhecimento nas aulas de Matemática.

Questões referentes às problemáticas do ensino e da aprendizagem da matemática continuam presentes, seja por meio do resultado das avaliações nacionais promovidas pelo Ministério da Educação e Cultura (MEC), seja nos depoimentos dos estudantes, seja nas notícias veiculadas nos meios de comunicação, ou até mesmo nas charges postadas em redes sociais como o Facebook⁸.

Alicerçado na contextualização das problemáticas relativas à Matemática escolar nos anos iniciais e na minha trajetória acadêmica e profissional, este trabalho justifica-se por abordar uma possibilidade de ensino e aprendizagem da Matemática na sala de aula que oportuniza a participação ativa dos estudantes na construção do conhecimento e suscita reflexões e discussões que considerem a Educação Matemática Crítica desde os anos elementares da Educação Básica.

⁸ Site de relacionamento virtual por meio do acesso à Internet.

1.2 OBJETIVOS DA PESQUISA

1.2.1 Objetivo Geral

Esta pesquisa tem como objetivo geral: Analisar os impactos da inserção da Modelagem Matemática, em uma perspectiva de Educação Matemática Crítica, nas relações de ensino e aprendizagem de uma turma do 5º ano do Ensino Fundamental de uma escola pública inserida no Programa UCA.

1.2.2 Objetivos Específicos

Para alcançar o objetivo geral, os seguintes objetivos específicos foram traçados:

Avaliar como a inserção da Modelagem Matemática, em uma perspectiva de Educação Matemática Crítica, mobilizou os estudantes para aprendizagem dos conceitos matemáticos;

Avaliar como a inserção da Modelagem Matemática, em uma perspectiva de Educação Matemática Crítica, mobilizou a professora para o ensino dos conceitos matemáticos;

Identificar atitudes e concepções dos estudantes e da professora que evidenciam mudanças em relação à cultura da Matemática e à aprendizagem da Matemática.

1.3 ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO

O texto desta dissertação está organizado em cinco capítulos. O capítulo 1 apresenta a problemática da pesquisa, os objetivos e a justificativa. O Capítulo 2 apresenta o referencial teórico da Educação Matemática Crítica, da Informática na

Educação e da Modelagem Matemática que fundamentam as intervenções da pesquisa e a análise dos dados coletados. O capítulo 3 detalha a abordagem e a metodologia da pesquisa; a caracterização do campo e dos sujeitos da pesquisa; e os procedimentos para a realização da coleta e da análise dos dados da pesquisa. O capítulo 4 apresenta o desenvolvimento da pesquisa ação organizado conforme suas etapas. Por fim, o capítulo 5 apresenta a análise dos dados e as considerações finais pertinentes a este estudo .

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Os referenciais teóricos desta pesquisa pautam-se em referenciais teóricos consolidados da Educação Matemática Crítica (SKOWSMOSE, 2000, 2006 e 2008), da Modelagem Matemática (BURAK, 1987, 1992, 2004, 2008; 2010) e da Informática na Educação (VALENTE, 1993, 1999; PAPERT, 2006, 2008).

Foi realizada também uma pesquisa exploratória para identificar trabalhos publicados no Brasil, no período de 2011 a 2013, que abordaram práticas na perspectiva da Educação Matemática Crítica no ensino da Matemática nos anos Iniciais do Ensino Fundamental. As seguintes fontes foram consultadas:

- ✓ Artigos publicados nos Anais do ENEM⁹ (2010 e 2013).
- ✓ Artigos publicados nos Anais do VII CNMEM¹⁰ (2011).
- ✓ Artigos publicados nos Anais da ANPED SUL¹¹ (2010, 2011 e 2012).
- ✓ Relação das Dissertações de Mestrados Acadêmicos do Brasil produzidas em 2011, 2012 e 2013¹².
- ✓ Revista Bolema (2011, 2012 e 2013).
- ✓ Revista Eletrônica REVEMAT (2011, 2012 e 2013).

Em um primeiro momento, a pesquisa foi conduzida com base nas seguintes palavras-chave: Educação Matemática Crítica e Prática Investigativa, Educação Matemática Crítica e Modelagem Matemática, Educação Matemática Crítica e as Investigações Matemáticas, Educação Matemática Crítica e Práticas Pedagógicas.

Após as leituras iniciais dos resumos dos vinte e oito trabalhos encontrados, realizou-se, então, uma segunda pesquisa incluindo, também, os termos “Tecnologia”, “Informática” e “Anos Iniciais”. Destaca-se que alguns trabalhos mesmo não abordando o uso das tecnologias na educação e não sendo oriundos de estudos realizados no âmbito dos anos iniciais, contribuíram com aportes para os aspectos relativos às questões metodológicas da pesquisa.

⁹ Encontro Nacional de Educação Matemática, realizado trienalmente.

¹⁰ Conferência Nacional sobre Modelagem Matemática e Educação Matemática, realiza desde a sua 1ª edição de dois em dois anos em diferentes regiões do Brasil, o VII CNMEM, aconteceu em Belém – PA.

¹¹ ANPED SUL – Seminário de Pesquisa em Educação da Região Sul, realizado anualmente, foi realizado em Caxias/RS.

¹² Publicada na Revista Zetetiké/ UNICAMP – SP.

Após a leitura dos trabalhos encontrados, foram selecionados, para compor o referencial teórico, seis trabalhos publicados nos anais do ENEM e um na ANPED SUL. Da Revista ZETETIKÉ e da Revista Eletrônica de Educação Matemática REVEMAT, foram selecionadas quatro publicações. Do Boletim de Educação Matemática BOLEMA, quatro artigos foram analisados.

Foi considerado ainda, um estudo de revisão bibliográfica dos trabalhos publicados no SIPEM, desde a sua primeira edição 2000 até 2006 (SOARES, 2008) que ajudou a compor um panorama histórico das pesquisas sobre Educação Matemática Crítica no Brasil e no mundo, considerando-se que as discussões em torno da abordagem da Educação Matemática Crítica fortaleceram-se a partir da primeira edição do Mathematics Education and Society (MÊS)¹³, realizado no Reino Unido, em 1998.

A pesquisa demonstrou que a maior parte dos estudos que envolvem a utilização da Modelagem Matemática na sala de aula, aconteceram no contexto dos anos finais do Ensino Fundamental e do Ensino Médio. O desafio desta pesquisa é propor a inserção da Modelagem Matemática no cotidiano das aulas de Matemática nos anos iniciais do Ensino Fundamental.

Entre os trabalhos encontrados e analisados na revisão bibliográfica realizada, e que complementaram o estudo da temática desta pesquisa, foram consideradas relevantes as seguintes dissertações:

- ✓ *Educação Matemática Crítica: o desenvolvimento de uma pesquisa-ação* (RENTAS, 2010), que discute a relevância da metodologia da pesquisa-ação na formação de professores para a incorporação dos pressupostos da Educação Matemática Crítica nas práticas pedagógicas.
- ✓ *Educação Matemática Crítica: contribuições para o debate teórico e seus reflexos nos trabalhos acadêmicos* (SOARES, 2008), que traz uma meta-análise das pesquisas que envolvem a Educação Matemática Crítica no Brasil.

¹³ É uma conferência internacional na área da Educação Matemática criada em 1998 com a intenção de contribuir em uma reorientação do foco da Educação Matemática, unindo esforços para uma discussão de seus papéis sociais. A sua plenária de abertura foi realizada por D'Ambrósio, e as demais contaram com a participação de Frankenstein e Skovsmose, entre outros. O MES procurou reunir ideias em torno das dimensões políticas e sociais da Educação Matemática (CARVALHO, 2007).

- ✓ *Os usos da linguagem em atividades de Modelagem Matemática nos anos iniciais do Ensino Fundamental*, (TORTOLA, 2012), que investigou os discursos dos estudantes nas atividades de investigação nos anos iniciais do Ensino Fundamental.
- ✓ *Modelagem matemática: uma contribuição para a construção do conhecimento matemático nos anos iniciais da Educação Básica*, (BRASIL, 2013), que investigou as percepções dos acadêmicos de pedagogia sobre a introdução da Modelagem Matemática no currículo do curso de Pedagogia e na formação dos professores dos anos iniciais do Ensino Fundamental.
- ✓ *A Modelagem Matemática como Metodologia de Ensino e Aprendizagem nos anos iniciais do Ensino Fundamental* (KAVIATROVSKI, 2012), que traz uma análise de como a metodologia de Modelagem Matemática vem sendo inserida nos anos iniciais do Ensino Fundamental.

A seguir estão apresentadas as sínteses elaboradas pela pesquisadora, a partir do estudo realizado e dos trabalhos analisados sobre os conceitos e os aspectos relevantes para a contextualização e compreensão desta pesquisa.

2.1 A MATEMÁTICA E O ENSINO DA MATEMÁTICA

Este capítulo situa a Matemática historicamente. Trazem-se aspectos relevantes do movimento da reforma moderna que repercutiram no ensino da Matemática e nas tendências atuais do ensino da Educação Matemática no Brasil.

A origem da Matemática está associada às relações dos seres humanos no mundo natural, pela necessidade de estabelecer, em termos quantitativos, a correspondência de objetos e bens para realizar trocas ou vendas. Etimologicamente, a palavra matemática vem do termo grego *máthêma*, que significa ciência, conhecimento, aprendizagem.

Entretanto, desde os primórdios da história da humanidade, a *epistême*, do conhecimento matemático, assim como dos demais conhecimentos, foi explicada a partir das vertentes: Platônica (razão) e Aristotélica (empirismo). No decorrer da

história, houve a preponderância do racionalismo em relação ao empirismo e com relação aos conhecimentos matemáticos não foi diferente. Os conhecimentos oriundos da experiência e das vivências das classes sociais populares, dos agricultores egípcios, foram negligenciados em relação aos algoritmos e axiomas da elite clerical e científica. Esse modo de conceber a matemática considera que, para o seu entendimento, faz-se necessário ter habilidades inatas e classifica as pessoas como competentes ou não nessa área do conhecimento. Ainda hoje, este modo de pensar ecoa na constituição das concepções em relação ao ensino e a aprendizagem dos conceitos matemáticos.

Como campo de conhecimento, a matemática é caracterizada pela ciência do raciocínio lógico abstrato. O conhecimento matemático construído na perspectiva da lógica da abstração caracteriza-se pela precisão e pelo caráter irrefutável de suas conclusões e aplicações no atendimento das situações que emergem do mundo real. Obedecendo ao rigor da lógica abstrata, ao longo do processo histórico vivenciado pela humanidade formaram-se as subáreas que compõem a matemática contemporânea, são elas: a aritmética, a geometria e a álgebra.

- A Aritmética e a Geometria formaram-se a partir de conceitos que se interligavam. Talvez, em consequência disso, tenha se generalizado a ideia de que a Matemática é a ciência da quantidade e do espaço, uma vez que se originou da necessidade de contar, calcular, medir, organizar o espaço e as formas.
- O desenvolvimento da Geometria e o aparecimento da Álgebra marcaram uma ruptura com os aspectos puramente pragmáticos da Matemática e impulsionaram a sistematização dos conhecimentos matemáticos, gerando novos campos: Geometria Analítica, Geometria Projetiva, Álgebra Linear, entre outros. O estudo das grandezas variáveis deu origem ao conceito de função e fez surgir, em decorrência, um novo ramo: a Análise Matemática.
- A Matemática transforma-se por fim na ciência que estuda todas as possíveis relações e interdependências quantitativas entre grandezas, comportando um vasto campo de teorias, modelos e procedimentos de análise, metodologias próprias de pesquisa, formas de coletar e interpretar dados. (BRASIL, 2001, p. 24).

Ao abranger o estudo de todas as possíveis relações e interdependências quantitativas entre diferentes grandezas, a matemática é uma ciência que comporta um vasto campo de conhecimento, subsidiado por teorias, modelos e procedimentos de análise que possuem metodologias próprias de acordo com a finalidade das pesquisas no campo da matemática pura, aplicada e na educação.

O ensino da Matemática no Brasil, como das outras áreas de conhecimento acompanha as tendências da Educação dos EUA e dos países que possuem os

melhores índices de desenvolvimento socioeconômico. Deste modo as políticas educacionais implementadas no Brasil são elaboradas de acordo com o desenvolvimento e as mudanças educacionais do contexto internacional.

A formação do matemático voltada à pesquisa, no Brasil, inicia-se a partir da década de 1930, de acordo com os escritos de D'Ambrósio (1986, p. 56):

Em 1933 foi criada a Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo e logo em seguida a Universidade do Distrito Federal, transformada em Universidade do Brasil em 1937. Nessas instituições inicia-se a formação dos primeiros pesquisadores podemos dizer de matemática no Brasil. (D'AMBRÓSIO, 1986, p. 56).

A partir da criação das Faculdades de Filosofia, Ciências e Letras, surgiram os primeiros cursos de licenciatura para professores de matemática do antigo ginásio, o qual corresponde, hoje, ao 2º segmento do Ensino Fundamental da Educação Básica. Nessa época, o ensino nas séries iniciais, o que equivale, atualmente, ao 1º segmento, ou anos iniciais do Ensino Fundamental, era da responsabilidade de professores que concluíam o curso normal, correspondente ao ensino médio atual. Por três décadas, o ensino desenvolvido no Brasil seguiu nos moldes tradicionais das concepções teóricas da educação dominantes nesse período. Nos anos de 1960, iniciaram-se as primeiras discussões relativas à educação matemática, influenciadas pelo movimento internacional que aconteceu entre 1960 e 1970, denominado “Matemática Moderna”, que marcou o início de mudanças na metodologia do ensino da matemática, intensificando os estudos com relação à Didática da Matemática, ou seja, na pesquisa de materiais e métodos de ensino visando atender às exigências da política de modernização econômica das décadas de 60 e 70 do SÉC. XX, voltada ao avanço científico e tecnológico do país.

Entretanto, cabe salientar que o movimento internacional da Matemática da mesma forma que contribuiu com a organização dos conteúdos matemáticos por meio da teoria dos conjuntos, também introduziu uma linguagem lógica de apropriação desses conhecimentos gerando dificuldades de aprendizagem principalmente no nível elementar da Educação Básica.

Em 1980, com a apresentação do documento *Agenda para a Ação*, pelo National Council of Teachers of Mathematics,¹⁴ nos EUA, que põe ênfase à resolução de problemas e à importância dos aspectos sociais, antropológicos e

¹⁴ Conselho Nacional de Professores de Matemática (NCTM), dos Estados Unidos da América.

linguísticos no aprendizado da Matemática, iniciam-se inúmeras discussões a respeito da educação matemática no mundo. No Brasil, os referenciais curriculares elaborados entre o período de 1980 a 1995, destacam os seguintes aspectos:

- Direcionamento do ensino fundamental para a aquisição de competências básicas necessárias ao cidadão e não apenas voltadas para a preparação de estudos posteriores.
- Importância do desempenho de um papel ativo do aluno na construção do seu conhecimento.
- Ênfase na resolução de problemas, na exploração da Matemática a partir dos problemas vividos no cotidiano e encontrados nas várias disciplinas.
- Importância de se trabalhar com um amplo espectro de conteúdos, incluindo-se, já no ensino fundamental, elementos de estatística, probabilidade e combinatória, para atender à demanda social que indica a necessidade de abordar esses assuntos.
- Necessidade de levar os alunos a compreenderem a importância do uso da tecnologia e a acompanharem sua permanente renovação. (BRASIL, 2001, p.22).

Desde então, essas questões permeiam as discussões dos profissionais da educação, em especial, da área da Matemática, no sentido de propiciar mudanças no processo ensino e aprendizagem da Matemática abrangendo concepções, metodologias e modos de avaliações diferentes das utilizadas preponderantemente no ensino tradicional, que enfatizam os aspectos procedimentais e a memorização dos conteúdos.

2.2 A EDUCAÇÃO MATEMÁTICA E A EDUCAÇÃO MATEMÁTICA CRÍTICA

Atualmente, pesquisas e estudos relativos à educação matemática avançam em sintonia com as propostas educacionais. Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) de 2001 identificam cinco tendências pedagógicas relacionadas ao ensino-aprendizagem no campo da Educação Matemática, a saber: Etnomatemática (D'AMBRÓSIO,1996,2000,2004), História da Matemática (D'AMBRÓSIO,1996; BARONI E NOBRE, 1999; MIGUEL, 2004), Matemática Crítica (SKOVSMOSE, 2000, 2006, 2008), Modelagem Matemática (BURAK, 1987, 1992, 2004, 2008; BARBOSA, 2003, 2004; CALDEIRA, 2005, 2007) e Resolução de Problemas(POZO; ECHEVERRÍA, 1988; ONUCHIC, 1999).

A seguir, tem-se uma breve caracterização dessas tendências. A Etnomatemática, segundo D'Ambrósio (1996, p. 1), “[...] teve a sua origem na busca

de entender o fazer e o saber matemático de culturas periféricas e marginalizadas, tais como colonizados, indígenas e classe trabalhadora”. A Etnomatemática sai dos moldes do ensino da matemática tradicional ao propor metodologias que estejam alinhadas aos diferentes modos de sobrevivência humana, e ao abrir espaço para o exercício da criatividade e o uso da tecnologia de forma crítica.

Educação é, em geral, um exercício de criatividade. Muito mais que transmitir ao aprendente teorias e conceitos feitos, para que ele as memorize e repita quando solicitado em exames e testes, a educação deve fornecer ao aprendente os instrumentos comunicativos, analíticos e tecnológicos necessários para sua sobrevivência e transcendência. Esses instrumentos só farão sentido se referidos à cultura do aprendente ou explicitados como tendo sido adquiridos de outra cultura ou inserido num discurso crítico. (D'AMBRÓSIO,1996, p.3).

A História da Matemática visa enfatizar o constructo histórico dos conhecimentos matemáticos na compreensão da evolução dos conceitos, contemplando as dificuldades epistemológicas decorrentes do processo de evolução. Propiciando aos estudantes e pesquisadores a percepção de que as teorias resultam de desafios enfrentados pela sociedade em um determinado período histórico e cujo processo de construção da descoberta pode ocorrer em uma ordem diferente da apresentação dos resultados no contexto atual.

Ao revelar a matemática como uma criação humana, ao mostrar necessidades e preocupações de diferentes culturas, em diferentes momentos históricos, ao estabelecer comparações entre os conceitos e processos matemáticos do passado e do presente, o professor tem a possibilidade de desenvolver atitudes e valores mais favoráveis do aluno diante do conhecimento matemático. (BRASIL,2001, p.45).

A Modelagem Matemática é apresentada nas Orientações Curriculares Nacionais (BRASIL, 2001) como estratégia de ensino e metodologia que propicia a aproximação dos conhecimentos matemáticos a situações-problemas reais do dia-a-dia dos estudantes ou oriundas de outros campos de conhecimento da sociedade. D'Ambrósio caracteriza a Modelagem Matemática como um modo de interação do conteúdo de sala de aula com questões reais. D'Ambrósio (1996, p. 121) afirma: “A Modelagem é um processo muito rico de encarar situações reais, e culmina com a solução efetiva do problema real e não uma simples resolução formal de um problema artificial”.

Para Barbosa (2003), Modelagem é um ambiente de aprendizagem em que os estudantes são convidados a atuarem sobre situações aplicadas, mediante problematizações (questionamentos/perguntas) e investigações (busca, seleção, organização, manipulação de informações e reflexões sobre elas).

A Resolução de Problemas utilizada como metodologia considera que o ponto de partida de uma aula é a resolução de um problema e não a apresentação de uma definição, conceito ou teorema. Assim, instiga a reflexão acerca do modo como essa estratégia didática deve ser abordada para que os estudantes compreendam e apropriem-se dos conteúdos matemáticos envolvidos na situação problema. Os documentos oficiais enfatizam a resolução de problemas:

Os alunos, confrontados com situações-problema novas, mas compatíveis com os instrumentos que já possuem ou que possam adquirir no processo, aprendem a desenvolver estratégias de enfrentamento, planejando etapas, estabelecendo relações, verificando regularidades, fazendo uso dos próprios erros cometidos para buscar novas alternativas; adquirem espírito de pesquisa, aprendendo a consultar, a experimentar, a organizar dados, a sistematizar resultados, a validar soluções; desenvolvem sua capacidade de raciocínio, adquirem autoconfiança e sentido de responsabilidade; e, finalmente, ampliam sua autonomia e capacidade de comunicação e de argumentação. (BRASIL, 2001, p. 266).

A Matemática Crítica tem como pressuposto discutir a relação dos conhecimentos matemáticos com as questões relativas ao desenvolvimento científico e à tecnologia, com base nos ideais que fundamentam à Teoria Histórico-Crítica da Educação. Do mesmo modo que a Etnomatemática, liderada por Ubiratan D'Ambrósio, a Matemática Crítica surgiu das críticas à ênfase à linguagem lógica introduzida ao ensino e a aprendizagem influenciada pelo movimento da Matemática Moderna. O dinamarquês Ole Skovsmose é um dos principais defensores dessa tendência e, em suas pesquisas, o autor questiona as práticas pedagógicas tradicionais utilizadas no ensino da matemática, muitas vezes realizadas sem reflexão, como a excessiva realização de listas de exercícios, que enfatizam os procedimentos e modos de fazer. O autor preocupa-se com o que ele denomina de “ideologia da certeza na Matemática”.

Skovsmose (2008) alerta que a Matemática pode contribuir para a construção de argumentos, não apenas para “ser e ter” a palavra final. Para este autor a Matemática não serve só para resolver problemas. A Educação Matemática,

efetivamente, precisa criar condições que favoreçam a reflexão e a compreensão pelos estudantes das questões com as quais se deparam, seja na sala de aula ou no cotidiano de suas vidas.

2.3 A EDUCAÇÃO MATEMÁTICA CRÍTICA E A PRÁTICA PEDAGÓGICA

Tendo a compreensão de que a palavra “crítica” gera inúmeras interpretações, salienta-se que se adotará a concepção de Skovsmose (2008) ao afirmar que, para ser crítico, deve-se analisar e buscar alternativas para solucionar conflitos ou crises com as quais se depara. Para desenvolver-se a competência crítica, é preciso saber como e onde buscar as alternativas.

Cabe ainda salientar que Skovsmose (2006, p. 101) declara que a crítica na educação considera os seguintes aspectos: a) uma investigação de condições para a obtenção do conhecimento; b) uma identificação dos problemas sociais e sua avaliação; e c) uma reação às situações sociais problemáticas. Ele apresenta uma proposta unificadora desse processo ao afirmar:

Para que a educação, tanto como prática quanto como pesquisa, seja crítica, ela deve discutir condições básicas para obtenção do conhecimento, deve estar ao par dos problemas sociais, das desigualdades, da supressão etc., e deve tentar fazer da educação uma força social progressivamente ativa. (SKOVSMOSE, 2006, p. 101).

Diante dessas considerações, pode-se compreender que “essa educação crítica” propicia ao estudante um senso crítico, que aliado ao seu conhecimento favorece a sua participação nas relações sociais, levando-o a atuar como cidadão, pelo exercício de seus deveres e pela conquista de seus direitos em um estado democrático. Tem-se, então, uma condição de participação mais ativa na transformação da democracia do país.

Para Skovsmose (2006), a educação precisa desenvolver a competência democrática, por meio de ações que objetivam despertar o senso crítico das pessoas. Contudo, na opinião do autor, na sociedade atual, apenas uma minoria é capaz de avaliar as ações dos responsáveis pelas decisões políticas, científicas e tecnológicas que repercutem na vida da maioria das pessoas, seja em esfera local ou mundial.

A competência democrática deve ser atributo da maioria, deve estar implicada no funcionamento da democracia representativa. A competência

democrática é a base de conhecimento e entendimento necessária para que a delegação da soberania seja submetida a algum tipo de controle. (SKOVSMOSE, 2006, p. 73).

A Matemática ao ser trabalhada da forma tradicional funciona como uma longa lista de exercícios com comandos a serem seguidos: “Resolva a equação...”, “Encontre as médias de...”, “Calcule a área de...”; dificilmente pode-se afirmar que o trabalho com esses conteúdos fornecem uma compreensão mais elaborada. Entretanto, prestando-se atenção na forma desses exercícios, percebe-se que eles se assemelham à prescrição de receitas, manuais ou procedimentos pré-definidos. Desta forma, nessas atividades, em que se tem de fazer o que é dito, sem questionar nada, a Educação Matemática exerce um papel de domesticadora, de “adestramento”, na interpretação foucaultiana (FOUCAULT, 2004, p. 126).

Assim, é importante estar consciente das diferentes funções socioeconômicas a que a Educação Matemática pode servir e neutralizar qualquer forma de “adestramento”. Um ensino da Matemática na perspectiva da Educação Crítica precisa oportunizar aos estudantes instrumentos que os auxiliem, tanto na análise de uma situação crítica, quanto na busca por alternativas para resolver a situação. Nesse sentido, não é necessário somente ensiná-los somente a usar modelos matemáticos, mas antes levá-los a questionar o porquê, como, para quê e quando utilizá-los.

Segundo Skovsmose (2000, p.12), “[...] a educação crítica desencadeou uma reação contra o currículo conduzido pelo professor e contra as aclamadas neutralidade e objetividade da ciência”. A possibilidade de uma educação crítica no ensino da matemática espalhou-se por todos os níveis do sistema educacional, influenciando a educação matemática e o ensino de ciências.

Para o autor, as inspirações teóricas que embasaram a educação crítica influenciaram-no a conceber a Educação Matemática Crítica, ancorada nos pressupostos da Educação Libertadora, que visa cumprir o objetivo emancipatório¹⁵,

¹⁵ O processo emancipatório freireano decorre de uma intencionalidade política declarada e assumida por todos aqueles que são comprometidos com a transformação das condições e de situações de vida e existência de oprimidos, contrariamente ao pessimismo e fatalismo autoritário defendidos pela pós-modernidade e ao mecanismo etapista do marxismo ortodoxo, que afirma o processo de transformação social como sendo certo e inevitável. O objetivo emancipatório defendido por Paulo Freire contempla o chamado multiculturalismo, no qual o direito de ser e de agir diferente numa sociedade dita democrática, enquanto uma liberdade conquistada de cada cultura, também deve proporcionar um diálogo crítico entre as diversas culturas, tendo por fim ampliar e consolidar os processos de emancipação.

defendida por Paulo Freire (1986), e enfatiza a relevância da relação dialógica nos processos educacionais; e na Teoria Crítica, elaborada pela Escola de Frankfurt que propaga a ideia de uma educação crítica orientada pela emancipação.

Ao discutir conceitos como globalização e inclusão na sociedade digital, Skovsmose (2008) destaca que a educação matemática desempenha um papel significativo, mas indeterminado, nos processos sociopolíticos. De acordo com as suas afirmações, a educação matemática pode agir para o “bem”, contribuindo para a formação de cidadãos críticos, ou para o “mal”, ajudando a manter e aprimorar esse modelo de organização da sociedade Neoliberal, caracterizado pela globalização¹⁶ e pela guetorização¹⁷. Skovsmose (2008) cunha a expressão “guetorização voluntária”, o que no seu entendimento significa o processo do indivíduo recolher-se por preferência e vontade pessoal, aos seus. E nesse processo de recolher-se aos seus, o indivíduo mergulha na sua cultura, saberes e fazeres tradicionais.

Skovsmose (2008) descreve-nos o caminho para compreender-se a Educação Matemática Crítica

A Educação Matemática Crítica não é para ser entendida como um ramo especial da educação matemática. Não pode ser identificada com certa metodologia de sala de aula. Não pode ser constituída por um currículo específico. Ao contrário, eu vejo a educação matemática crítica como definida em termos de algumas preocupações emergentes da natureza crítica da educação matemática. (SKOVSMOSE, 2008,p.73).

O autor sintetiza o seu pensar a respeito da Educação Crítica Matemática, definindo-a como “Aporia”, em seu livro *Educação Crítica: Incerteza, Matemática, Responsabilidade*, quando afirma:

Eu estou interessado no possível papel da educação matemática como um porteiro, responsável pela entrada de pessoas, e como ela estratifica as pessoas. Eu estou preocupado com todo discurso que possa tentar eliminar os aspectos sociopolíticos da educação matemática e definir obstáculos de aprendizagem, politicamente determinados, como falhas pessoais. Eu estou preocupado a respeito de como o racismo, sexismo, elitismo poderiam operar na educação matemática. Eu estou preocupado com a relação entre a educação matemática e a democracia. (SKOVSMOSE, 2008, p.176).

¹⁶ Movimento econômico mundial guiado pelas ações da macro organização transnacional.

¹⁷ A ideia de guetorizar é muito semelhante a ideia de “colocar lá os dispensáveis”, sob os mais diversos argumentos. Semelhante ao que se sucedeu no Holocausto e Apartheid.

Para Skovsmose (2008), “cenário para investigação” é uma propriedade relacional que envolve professor e estudantes, mas são os estudantes 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. O autor complementa que um determinado cenário pode contribuir para uma investigação a um determinado grupo, mas não representar “um convite” para outro grupo de estudantes em outra situação particular. Se um cenário pode dar suporte ou não a uma abordagem de investigação é uma questão empírica, que pode ser respondida pela prática dos estudantes e professores envolvidos na ação investigativa.

Assim, a educação tradicional enquadra-se no que ele denomina “paradigma do exercício”, que 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 pautada no “paradigma da incerteza” passível de tomar variadas formas.

Fazendo uma apologia à *Literacia*¹⁸, que é definida por Paulo Freire como a capacidade de leitura de mundo de um indivíduo, transcendendo à alfabetização, Skovsmose (2008) afirma que uma abordagem de investigação relaciona-se com a matemática crítica no que se refere à “materacia”, ou seja, no desenvolvimento da capacidade de interpretar e analisar sinais e códigos, de propor e utilizar modelos no cotidiano, de elaborar abstrações sobre representações do real e, além das habilidades matemáticas, considera a interpretação e a ação do estudante em uma situação social e política estruturada pela matemática.

Segundo o autor o diálogo investigativo propicia o intercâmbio de ideias, valoriza o respeito entre os estudantes e favorece a compreensão de que as pessoas dependem umas das outras, seja para construir conhecimentos, existirem e viverem em sociedade. Trabalhar com diálogo investigativo significa “experenciar”, correr riscos. “Correr riscos é uma forma de expressar a natureza imprevisível dos desdobramentos de um diálogo. Oportunizar a igualdade refere-se a um tipo de relacionamento interpessoal que é essencial ao diálogo” (SKOVSMOSE, 2006, p. 123).

¹⁸ Na interpretação Freireana, é a capacidade de interpretar o mundo e se relacionar com os códigos da sociedade onde o sujeito está inserido.

Skovsmose sustenta essa argumentação nos fundamentos da abordagem da Educação Libertadora¹⁹ (FREIRE 1981). Para Freire :

O diálogo é a confirmação conjunta do professor e dos alunos no ato comum de conhecer e re-conhecer o objeto de estudo. Então, em vez de transferir o conhecimento estaticamente, como se fosse uma posse fixa do professor, o diálogo requer uma aproximação dinâmica na direção do objeto. (FREIRE, 1981, p.124).

Por meio do diálogo, as pessoas escutam os outros, expõem suas ideias e reorganizam seus pensamentos, participam, tornam-se abertas à reflexão e à aprendizagem. Para Skovsmose (2006, p. 123), “[...] o diálogo investigativo possui as seguintes dimensões: correr riscos e promover a igualdade”. Ao permitir as práticas de diálogo entre os estudantes, o professor rompe com a concepção de que a Matemática é direcionada para poucos. Para tanto, é necessário sair da zona de conforto e enfrentar as incertezas da investigação favorecidas pela curiosidade dos estudantes.

Para que um professor participe de um diálogo em sala de aula, ele não pode ter respostas prontas para problemas conhecidos; ter curiosidade a respeito do que os alunos fariam e estar disposto a reconsiderar seus entendimentos e pressupostos são requisitos para participação no diálogo. (SKOVSMOSE, 2006, p. 126).

Alro e Skovsmose (2006) enfatizam que os professores precisam ousar. No sentido de realizar ações que os façam sair da “zona de conforto”. O que significa assumir uma “zona de risco”. Desta forma, seriam criadas as condições para a geração de diferentes ambientes de aprendizagem, com os mais variados recursos. Essa mudança de atitude contribuiria para a reflexão e a incorporação da dimensão crítica da Educação Matemática às práticas pedagógicas. Para eles, correr riscos significa:

Começar uma investigação em que concepções foram momentaneamente deixadas de lado, significa que algo imprevisto possa acontecer. Crenças e visões de mundo estabelecidas, ao serem confrontadas e desafiadas por uma investigação, deveriam ser passíveis de mudanças e aperfeiçoamentos. Um diálogo é algo imprevisível. Não há respostas prontas, conhecimentos de antemão, para os problemas. Elas surgem através de um processo compartilhado de curiosa investigação e reflexão coletiva, com o propósito de obter conhecimento. Imprevisibilidade significa o desafio de experimentar novas possibilidades [...]. (ALRO; SKOVSMOSE, 2006, p. 127, 128).

¹⁹ Relativa à Pedagogia do Oprimido, cuja versão original nos EUA foi publicada em 1969 e no Brasil em 1974.

Para uma prática pedagógica crítica efetiva é preciso considerar os conteúdos e a metodologia. Skovsmose (2006) destaca a importância da relação entre professor e estudantes para a constituição de relações democráticas na sala de aula. O autor faz, ainda, conexão com a “pedagogia emancipadora” de Freire quando afirma que “[...] os conteúdos e metodologias em uma educação de concepção crítica, precisam ser desenvolvidos, com os estudantes, na busca de ideias e de experiências que deem significados às suas vidas” (FREIRE, 2005, p. 118).

De acordo com essa concepção, compartilhar conhecimentos, adquirir novas experiências, aguçam ainda mais o desejo de investigação. O diálogo investigativo é compreendido, então, como uma conversação que favorece a aprendizagem, que permite ao estudante adquirir conhecimentos por meio do pensamento reflexivo sobre suas vivências na sala de aula, concebida, nesse contexto, como o cenário da investigação.

Deste modo, o professor precisa estar atento aos pensamentos aceitos ou refutados no grupo de trabalho e entre os estudantes, cabendo, ao professor, desenvolver estratégias que possibilitem a aprendizagem dos estudantes nesses momentos, pois tanto erros como acertos, dependendo como são explorados, propiciam ou não a aprendizagem. O diálogo investigativo favorece a efetivação de atitudes intelectuais voltadas ao estudo individual e coletivo que são adquiridas pelo fazer, não são ensinadas por meio de discursos teóricos, mas pela criação de condições que oportunizam ao estudante exercer a prática compreensiva e agir de forma crítica.

A avaliação, nessa perspectiva, abandona a classificação dos conhecimentos já consolidados e passa a buscar os processos emergentes em construção, que podem anunciar novas possibilidades de aprendizagem e de desenvolvimento tanto no plano individual, como do grupo. O erro passa a ser visto como um momento do processo da construção do conhecimento que oferece novas informações e formula novas perguntas sobre a dinâmica de aprendizagem individual e coletiva. As diferenças de aprendizagem e a diversidade entre os estudantes do universo da sala de aula passam a ser concebidas como fator de construção de potencialidades e singularidades humanas.

2.4 DA RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS À INVESTIGAÇÃO

Os Parâmetros Curriculares Nacionais fazem referência a atitudes investigativas a capacidade de resolver problemas nos objetivos apresentados para o Ensino Fundamental:

[...] identificar os conhecimentos matemáticos como meios para compreender e transformar o mundo à sua volta e perceber o caráter de jogo intelectual, característico da Matemática, como aspecto que estimula o interesse, a curiosidade, o espírito de investigação e o desenvolvimento da capacidade para resolver problemas. (BRASIL, 2001, p.47).

No contexto escolar as aulas de matemática são caracterizadas pela resolução de exercícios e problemas, entretanto, de acordo com os escritos de Echeverría & Pozo (1998) há diferença entre exercícios e problemas. Problema é uma questão para a qual o estudante não dispõe de um método imediato de resolução, ao passo que um exercício ele pode resolver utilizando um método ou algoritmo já conhecido. No entanto, segundo os mesmos autores, há uma característica comum aos exercícios e problemas – em ambos os casos seus enunciados indicam claramente o que é dado e o que é pedido. Desse modo o professor (a) ao solicitar tais atividades, tem o conhecimento prévio da solução e pode afirmar se a resposta apresentada pelo estudante está certa ou está errada.

Em algumas situações o treino constitui-se num procedimento importante no processo de aprendizagem. Os exercícios contribuem para a formação de uma base conceitual, sobre o qual será possível agir com criatividade. Como afirmam Echeverría & Pozo (1998), “se o aluno desconhecer a técnica instrumental básica, não será capaz de utilizá-la para resolver um problema novo” (p.17). Sendo assim, exercícios e problemas precisam estar presentes nas estratégias didáticas da prática pedagógica.

No entanto, numa investigação, o ponto de partida é uma situação aberta, ou seja, a questão não está completamente definida. Cabendo a quem investiga um papel fundamental na sua concretização. Uma investigação requer a participação efetiva do estudante na própria formulação das questões a estudar, e essa dinâmica favorece o seu envolvimento na aprendizagem.

É comum nas aulas de matemática prática de entregar aos estudantes exercícios, com enunciados bem formulados, preferencialmente, numa sequência,

do mais simples, ao mais complexo. Ou ainda, agrupados conforme técnicas semelhantes de resolução. Já em uma investigação, o aluno poderá formular suas próprias questões, e a partir de suas observações, encontrar outras proposições, convergências e divergências passíveis de novas investigações.

Segundo Skovsmose (2008), em um cenário de investigação, os estudantes são convidados a formularem questões e a buscarem explicações. A aceitação do convite à investigação depende de fatores, tais quais: Natureza da investigação; Prioridades dos estudantes no momento do convite; Modo como o convite é feito. Para o desenvolvimento de investigações em uma perspectiva crítica é importante refletir sobre os dois paradigmas, os quais, segundo ele, norteiam as práticas da sala de aula; a prática dos exercícios, realizada na Educação Matemática Tradicional; e a abordagem de investigação, desenvolvida na Educação Matemática Crítica. O quadro 1 a seguir sintetiza as principais ideias desses dois modelos.

Quadro 1 - Modelos de práticas de sala de aula

EDUCAÇÃO MATEMÁTICA TRADICIONAL	ABORDAGEM DE INVESTIGAÇÃO
<i>Exercícios</i> : com fundamentação baseada na repetição de procedimentos.	<i>Cenários para investigação</i> : ambiente que oportuniza um trabalho de investigação.
Os estudantes usam, basicamente, papel e lápis na resolução de exercícios.	Os estudantes usam materiais manipuláveis e novas tecnologias nas atividades de aprendizagem.
Os exercícios são formulados por uma autoridade exterior à sala de aula (ex. livros didáticos).	Os estudantes participam da formulação das questões, são corresponsáveis pelo processo de aprendizagem.
A premissa central é de que existe apenas uma única resposta correta.	Os estudantes são convidados a formularem hipóteses para possíveis soluções e a procurarem justificativas.
A justificativa da relevância dos exercícios não é contemplada.	Os alunos envolvem-se em projetos reais que justificam as investigações.

Fonte: Skovsmose (2008).

As Investigações Matemáticas são atividades abertas referentes a variados contextos que tem como ponto de partida uma questão ou uma situação proposta pelo professor, pelos estudantes ou do grupo (professor e estudantes).

Investigar nas aulas de matemática contribui para despertar o interesse pelas atividades, pois as situações/questões podem ser definidas durante o processo pelo investigador. Permitindo que o processo de ensino e aprendizagem seja aberto e imprevisível, o que conduz a uma visão da matemática como processo, como instrumento de construção, e contribui para a compreensão dos conceitos matemáticos.

Em seus estudos sobre os cenários de investigação e ambientes de aprendizagem, Skovsmose identificou seis (6) modelos que são obtidos de acordo com a combinação ou arranjo das referências: *matemática pura*; *semi-realidade*; e *realidade*; combinadas com os paradigmas das práticas das salas de aula: *exercícios* ou *cenários de investigação*. O quadro 2 a seguir mostra, de modo resumido, essas seis (6) possibilidades descritas pelo pesquisador.

Quadro 2 - Paradigmas de práticas da sala de aula

		<i>Exercícios</i>	<i>Cenários de investigação</i>
Referências	<i>Matemática Pura</i>	Exercícios apresentados no contexto da matemática pura.	Investigações numéricas ou geométricas realizadas com papel e lápis ou computador.
	<i>Semi-realidade</i>	Situações artificiais. O único propósito é chegar à solução única.	Problema artificial, mas que permite explorações e justificativas. Podem gerar outras questões e estratégias de solução.
	<i>Realidade</i>	Exercícios baseados na vida real, mas as questões decorrentes dele não são investigativas.	Atividades de investigação que podem usar recursos tecnológicos e materiais manipulativos. Os problemas são relacionados ao cotidiano dos alunos e formulados com a participação deles.

Fonte: Skovsmose (2008).

As investigações enfatizam o processo e que propiciam a tomada de decisões do(s) investigador (es) ao longo do processo. Exigem do professor competências mais complexas, além de novas concepções relativas ao ensino e a aprendizagem da matemática, no sentido do reconhecimento de que “aprender matemática” está relacionado ao “fazer matemática”, por meio de ações em que os estudantes

identifiquem problemas, expressem suas próprias ideias, testem suas hipóteses iniciais, de acordo com suas experiências prévias e argumentem suas considerações de forma crítica, fazendo-o “correr riscos”, na interpretação de Skovsmose, pela incerteza com que se depara a todo o momento, pela possibilidade de ser também um investigador.

2.5 A PRÁTICA INVESTIGATIVA NOS ANOS INICIAIS

Segundo D’Ambrósio (2004, p.72),

Matemática pode e deve ser aprendida por todos os estudantes. Esse princípio responde ao ideal de continuidade da sociedade atual, competitiva e excludente, utilizando instrumentos de seleção subordinados à matemática. Essa conceituação de equidade acarreta, necessariamente, a figura do excluído. O ideal que defendo é a não existência de excluídos. (D’AMBRÓSIO, 2004, p. 72).

Essa concepção de democracia estende-se às relações que se estabelecem na escola e na sala de aula. Nesse sentido, Skovsmose (2008) reafirma a sua posição de que a Educação Matemática precisa oportunizar a democracia no processo de ensino-aprendizagem por meio do diálogo, do respeito às singularidades, ou seja, um currículo dinâmico concebido como estratégia para ações que consideram a participação dos estudantes na construção do conhecimento e aspectos sócio críticos.

O currículo dinâmico reconhece que nas sociedades modernas as classes são heterogêneas, reconhecendo-se entre os alunos interesses variados e enormes gama de conhecimentos prévios. Os alunos têm naturalmente grande potencial criativo, porém orientado em direções imprevistas, e com as motivações mais variadas. O currículo, visto como estratégia de ação educativa, leva-nos a facilitar a troca de informações, conhecimentos e habilidades entre alunos e professor / alunos, por meio de uma socialização de esforços em direção a uma atividade comum. (SKOVSMOSE, 2008, p. 89).

Contudo, com algumas exceções, o curso de formação de docentes para os anos iniciais em nível superior (Pedagogia) possui uma formação profissional ampla, pois visa a atender não só a formação docente, mas também a gestão educacional. Por essa característica, o curso de Pedagogia apresenta nas disciplinas voltadas à prática docente carga horária diminuída, acarretando, assim, prejuízos na formação

desses profissionais em relação às diferentes áreas de conhecimento as quais irão lecionar.

Indiretamente, os primeiros anos da educação fundamental são afetados por essa formação generalista do docente. Isso é visualizado ao verificar-se que, uma parte significativa dos alunos, que chega ao segundo segmento do ensino fundamental, não concretizou aprendizagens importantes para a continuidade de seus estudos. Dentre as áreas em que o professor de anos iniciais possui dificuldade para trabalhar, segundo Pavanello (2004), está a Matemática. A autora afirma que muitos docentes dos anos iniciais apresentam problemas para trabalhar com tal área e, de certa forma, essa dificuldade é também repassada aos alunos. Ao analisar mais profundamente esse aspecto, é interessante inserir o texto de Barrantes e Blanco:

As concepções, atitudes, disposições e sentimentos dos professores sobre as matérias que ensinam influenciam as escolhas dos conteúdos a lecionar e a forma de serem lecionados. Os professores têm temas preferidos e temas que não gostam de ensinar, e além do mais, possuem um auto conceito sobre as suas competências para ensinar umas disciplinas e limitações para ensinar outras. (BARRANTES; BLANCO, 2006, p. 71).

Estudos, nessa perspectiva, também mostram que a maioria dos cursos de Pedagogia apresenta reduzida carga horária destinada às disciplinas voltadas aos aspectos antropológicos, sociológicos, filosóficos e políticos da formação desses professores, ditos polivalentes²⁰, o que repercute diretamente na conscientização dos docentes do relevante papel que exercem com relação à cidadania e a justiça social. Neste sentido, Freire (1981, p.39) afirma que:

O homem não pode participar ativamente na história, na sociedade, na transformação da realidade se não é auxiliado a tomar consciência da realidade e de sua própria capacidade para transformá-la. A realidade não pode ser modificada senão quando o homem descobre que é modificável e que ele pode fazê-lo. (FREIRE, 1981, p. 39).

Segundo Freire (1981), o conhecimento sem liberdade “deshumaniza” e reflete a sociedade opressora em que vivemos. Que pode ser reproduzida ou não no contexto educativo dependendo das concepções que permeiam as relações dos indivíduos que a compõem. A isso ele contrapõe um conhecer consciente, reflexivo,

²⁰ Como são caracterizados os professores da educação geral dos anos iniciais. Esses professores são responsáveis pela iniciação dos conteúdos básicos das áreas do conhecimento da Educação Básica.

crítico e solidário que integra o indivíduo aos demais e a um mundo que se transforma no próprio ato de conhecê-lo.

Na ótica de Freire é necessário um “fazer pedagógico” que permita a compreensão dos “conhecimentos em suas múltiplas faces dentro do todo social”. O autor ainda salienta que a “[...] tomada de consciência da realidade e dos interesses dos alunos evita o distanciamento entre suas preocupações e os conteúdos escolares” (FREIRE, 1981, p.39). Assim, compreende-se que o professor polivalente precisa investigar maneiras que façam com que a aprendizagem de Matemática, nos anos iniciais, seja construída e significativa, sendo necessário, para isso, buscar diferentes metodologias, estratégias e recursos didáticos para melhorar os processos de ensino dos conceitos matemáticos.

A abordagem de investigação pode motivar os professores dos anos iniciais que buscam uma intervenção pedagógica que considera além os aspectos relativos à aprendizagem dos conceitos matemáticos, as questões de relacionamento e a cidadania dos estudantes. Uma experiência em que os estudantes percebem-se corresponsáveis pelo próprio processo de construção do conhecimento e o trabalho caracterizado pela imprevisibilidade. Um ambiente em que não há respostas prontas, cujas situações problemas vão surgindo no decorrer das atividades, propiciando aos estudantes à “experienciar” novas possibilidades. Permite-se uma investigação coletiva, que leva o grupo a fazer reflexões, o que favorece a construção do conhecimento pelos envolvidos. Skovsmose (2006, p. 127) afirma que começar uma investigação em que concepções foram momentaneamente deixadas de lado significa acreditar que algo imprevisto possa acontecer.

É, nesse contexto, que a Investigação Matemática irá atuar. Pode-se encará-la como uma forma de pesquisa feita em sala de aula, onde o próprio aluno fará o papel de pesquisador.

Aprender Matemática não é simplesmente compreender a Matemática já feita, mas ser capaz de fazer investigação de natureza Matemática (ao nível adequado a cada grau de ensino). Só assim se pode verdadeiramente perceber o que é a Matemática e a sua utilidade na compreensão do mundo e na intervenção sobre o mundo. Só assim se pode realmente dominar os conhecimentos adquiridos. Só assim se pode ser inundado pela paixão

“detetivesca” indispensável à verdadeira fruição da Matemática. Aprender Matemática sem forte intervenção da sua faceta investigativa é como tentar aprender a andar de bicicleta vendo os outros andar e recebendo informação sobre como o consegue. Isso não chega. Para verdadeiramente aprender é preciso montar a bicicleta e andar, fazendo erros e aprendendo com eles. (BRAUMANN, 2002, p. 5).

Segundo Freire (2005, p. 28), “[...] somos os únicos em que aprender é uma aventura criadora, algo, por isso mesmo, muito mais rico do que meramente repetir a lição dada”. No contexto dos anos iniciais, em que a aprendizagem está diretamente vinculada às experiências vivenciadas pelas crianças, ou seja, onde os conteúdos para ter sentido precisam ser materializados e contextualizados, a prática investigativa por meio da Modelagem Matemática pode estimular a busca pela aprendizagem, na medida em que favorece ao estudante desse segmento, com todas as especificidades desta etapa da vida humana, a conquista de suas próprias percepções.

Skovsmose (2008) questiona o ensino da Matemática, muitas vezes realizado sem reflexão, com ênfase na realização de listas de exercícios (paradigma do exercício). O autor defende que mais importante do que só fazer exercícios é trabalhar com investigações. Ao concordar com o autor, acredita-se que 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. D’Ambrósio (1996) defende que, assim como no processo de construção da Matemática como área de Conhecimento, a essência é a pesquisa, na construção do conhecimento matemático na sala de aula, a essência também precisa ser a pesquisa.

Desta forma, os conteúdos de Matemática nos anos iniciais podem 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”. O mesmo autor ainda afirma que a “[...] tomada de consciência da realidade e dos interesses dos alunos evita o distanciamento entre suas preocupações e os conteúdos escolares” (GASPARIN, 2007, p. 3). Assim, o

conhecimento matemático necessita ser transformado de forma que o saber científico converta-se em saber escolar. Ao professor cabe investigar maneiras que façam com que a aprendizagem da Matemática, nos anos iniciais, seja construída e tenha sentido, sendo necessário para isso buscar diferentes estratégias e recursos didáticos para melhorar os processos de ensino.

No contexto dos anos iniciais, o uso da informática, associada às novas tecnologias, na sala de aula, possibilita o acesso aos estudantes e ao professor de vários recursos audiovisuais, e inúmeros softwares que trabalham os conceitos matemáticos iniciais de modo atrativo, lúdico e interativo. Além de oportunizar a participação ativa e coletiva das crianças na construção do conhecimento, por meio da busca de explicações para as mais variadas perguntas, da comunicação das descobertas realizadas e da socialização das aprendizagens construídas.

2.6 A TECNOLOGIA UTILIZADA COMO CENÁRIO PARA INVESTIGAÇÃO

Skovsmose (2006) declara que o desenvolvimento das tecnologias da informação tem contribuído para uma das mais importantes funções da Educação Matemática Crítica que é a promoção de discussões sobre o papel da Matemática na sociedade. A possibilidade de uso de diferentes aplicativos e recursos audiovisuais nas aulas favorece a comunicação e estimula a reflexão. “Os conhecimentos tecnológicos e reflexivos constituem dois tipos de conhecimento distintos entre si, mas não independentes. Para o autor é importante dominar alguns insights tecnológicos para dar apoio às reflexões” (SKOVSMOSE, 2006, p. 85).

Os computadores, assim como as calculadoras e os vídeos, são recursos que propõem modificações nas rotinas das aulas de Matemática e que exigem, por parte do professor e dos estudantes, uma nova postura em relação ao ensino e a aprendizagem. O trabalho com essas tecnologias não se caracteriza apenas como um recurso a mais na resolução de atividades, ou para a contextualização e compreensão dos conteúdos matemáticos, mas a abertura de um novo canal de comunicação entre as partes, favorecendo o trabalho cooperativo e a inter-

disciplinaridade da Matemática com outras áreas do conhecimento. (FLORES; MORETTI, 2012).

Os computadores, na Educação Matemática, têm auxiliado na constituição de novos cenários para investigação, desafiando a autoridade do professor que ainda trabalha nos moldes da matemática tradicional, como afirmam Borba e Villareal (2005). Os computadores reorganizam nosso pensamento, influenciando a forma como o significado é produzido. E essa “reorganização” coloca o professor na “zona de risco”²¹ no processo de ensino e aprendizagem. Penteado (2004) contribui para essa discussão ao apontar que uma condição importante para os professores sintam-se capazes de atuar na “zona de risco” é o estabelecimento de formas de trabalho colaborativo.

O uso da informática na educação apresenta um aspecto relevante para a aprendizagem: o interesse dos estudantes no uso dos computadores para realizar suas pesquisas. Esse interesse gerado pela troca das informações e pelos recursos audiovisuais que o computador possibilita pode contribuir para que a Modelagem Matemática seja parte integrante da cultura escolar.

Os computadores na educação matemática têm ajudado a estabelecer novos cenários para investigação (embora alguns programas fechados tentem eliminar incertezas, ajustando as atividades ao paradigma do exercício). O computador desafiará a autoridade do professor (tradicional) de matemática. (SKOVSMOSE, 2008, p.35-36).

A tecnologia incorporada às aulas, em uma perspectiva crítica, pode torná-las mais interessantes e contribuir para a participação dos estudantes, com a vantagem de que tanto alunos como professores podem agregar conhecimentos pelas situações que ela proporciona. Os estudantes fazem o uso de diferentes suportes como: celular, *tablet*, *laptop*, *ipod*, *smartfone* no seu cotidiano, seja para jogar, enviar e-mails, conversar, ouvir músicas, assistir a vídeos ou outras ações que essas tecnologias possibilitam.

²¹Essa ideia foi introduzida por Penteado (2004) em suas pesquisas sobre as experiências de professores em um meio de aprendizagem onde os computadores representam um papel central. Segundo a pesquisadora, quando os professores deixam a zona de risco, eliminam possibilidades de aprendizagem que concebem os computadores como reorganizadores do ambiente de aprendizagem.

O desafio da educação e da educação matemática crítica, em especial, é incorporar o uso desse recurso para transformar informações em conhecimentos de forma 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.

A informática permite ao indivíduo conectar-se, a partir de qualquer ponto, com outro usuário que esteja em qualquer outro local, em tempo real, eliminando, assim, as barreiras de espaço e tempo, para que a comunicação estabeleça-se. Essas conexões da chamada “Sociedade em Rede” possibilitam um número ilimitado de informações, e a comunicação entre diferentes pessoas nas mais variadas partes do mundo, em tempo integral aos usuários conectados. Nesse sentido, a informática associada às telecomunicações permite que os estudantes tenham acesso a essas informações, que elas sejam armazenadas ou trabalhadas de forma inteligente e transmitidas com muita rapidez. Também é possível, a qualquer usuário da rede, integrar às informações transmitidas, sons, textos, imagens fixas e animações.

Valente (1993) contribui com essa discussão ao afirmar que em seus escritos que o computador permite aos estudantes a busca das informações ao invés de memorizá-las e isso gera uma discussão acerca do papel da escola e do professor no desenvolvimento dos estudantes.

A mudança da função do computador como meio educacional acontece juntamente com um questionamento da função da escola e do papel do professor. A verdadeira função do aparato educacional não deve ser a de ensinar, mas sim a de criar condições de aprendizagem. Isso significa que o professor precisa deixar de ser o repassador de conhecimento. O computador pode fazer isso e o faz até mais eficientemente, é papel do professor passar a ser o criador de ambientes de aprendizagem e o facilitador do processo de desenvolvimento intelectual do aluno. (VALENTE, 1993, p. 6).

Para o autor, o uso da informática na educação suscita discussões no sentido de repensar questões como a organização dos espaços e tempos da escola; do currículo; das concepções e das práticas pedagógicas; da escolha dos conteúdos; do uso dos materiais concretos, assim como, do uso do computador para realizar um

trabalho significativo e que promova a aprendizagem dos estudantes. Segundo Valente (1999):

[...] a promoção dessas mudanças pedagógicas não depende simplesmente da instalação dos computadores nas escolas. É necessário repensar a questão da dimensão do espaço e do tempo da escola. A sala de aula deve deixar de ser o lugar das carteiras enfileiradas para se tornar um local em que professor e alunos podem realizar um trabalho diversificado em relação ao conhecimento. O papel do professor deixa de ser o de "entregador" de informação, para ser o de facilitador do processo de aprendizagem. O aluno deixa de ser passivo, de ser o receptáculo das informações, para ser ativo aprendiz, construtor do seu conhecimento. Portanto a educação deixa de ser a memorização da informação transmitida pelo professor e passa a ser a construção do conhecimento realizada pelo aluno de maneira significativa, sendo o professor, o facilitador desse processo de construção. (VALENTE, 1999, p. 17).

Neste sentido, o uso dos computadores em ambientes de aprendizagem pode ser caracterizado como cenário para investigação desde que esteja associado ao diálogo, potencializando a comunicação e a interação. O autor ressalta ainda que a introdução dos computadores em salas de aula não pode ter como única preocupação os ganhos de aprendizagem, mas sim sua potencialidade de favorecer as discussões na construção dos conhecimentos e a socialização desses saberes pelos estudantes. Desta forma tem-se o computador como um recurso importante para dar apoio ao ensino e a aprendizagem às atividades na sala de aula.

Skovsmose (2000) afirma que a Educação Matemática Crítica tenta proporcionar condições para uma leitura crítica do nosso ambiente tecnológico e da "matematização da sociedade"²², desmistificando a "celebração moderna"²³ da matemática e a "glorificação da tecnologia"²⁴, no sentido de capacitar os indivíduos a interpretar um mundo estruturado por números e figuras e a atuarem nesse mundo. Diante de tanta tecnologia, urge a necessidade de um novo tipo de educação que considere os aspectos científicos, tecnológicos e sociais.

Segundo Bazzo et al. (2000), esses tipos de aprendizagem mostram a importância social da Ciência, o estímulo à vocação para os estudos científicos e tecnológicos, destacando a necessidade de juízos críticos e análises reflexivas sobre as relações entre esses estudos e a sociedade.

²² Qualquer tipo de automação é constituído pela matemática.

²³ Alusiva à concepção de que a Matemática era um modo de comunicação entre Deus e os homens, defendida por Descartes, Galilei Galileu e Newton.

²⁴ Relativa à contribuição da matemática para o avanço científico e tecnológico.

A tecnologia aliada à abordagem da Educação Matemática Crítica contribui para a construção de conhecimentos, valores e atitudes, que dão suporte ao estudante para enfrentar os desafios que se apresentam frente às questões sociais, científicas, econômicas e políticas da sociedade *matematizada*²⁵ em que vivemos.

Lévy (1999) afirma que não cabe no contexto atual o modelo de educação escolar tradicional, posto ser fundamental trabalhar na perspectiva de uma aprendizagem “autônoma”, o “Aprender a aprender”. Assim como nos incita a questionar o papel da educação, do professor, da concepção de aluno, de aprendizagem e de sua função social.

Devemos construir novos modelos do espaço dos conhecimentos. No lugar de uma representação em escalas lineares e paralelas, em pirâmides estruturadas em “níveis”, organizadas pela noção de pré-requisitos e convergindo para saberes “superiores”, a partir de agora devemos preferir a imagem de espaços de conhecimentos emergentes, abertos, contínuos, em fluxo, não lineares, se reorganizando de acordo com os objetivos ou os contextos, nos quais cada um ocupa uma posição singular e evolutiva. (LÉVY, 1999, p. 158).

Deste modo o ensino e a aprendizagem da matemática podem incorporar elementos que possibilitem ao estudante a experimentação, a interpretação, a visualização, a indução, a abstração, a generalização e a demonstração. É justamente aí que a interação dos estudantes com as Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs) pode criar oportunidades para viabilizar e facilitar o processo educativo.

De acordo com Valente (1999), o computador pode ser usado na educação como máquina de ensinar ou como ferramenta para aprender. O uso do computador como máquina de ensinar consiste na informatização dos métodos de ensino tradicionais. Do ponto de vista pedagógico esse é o paradigma instrucionista. O uso como ferramenta para aprender²⁶, está associado ao conceito de construcionismo

²⁵ Refere-se ao envolvimento da matemática com os processos da sociedade atual que envolvem a automação, em que os números são transformados em códigos que geram informações nas situações cotidianas e nas diferentes áreas do conhecimento (Medicina, telecomunicações, sistemas de montagem de automóveis, etc.).

²⁶ O presente estudo compreende a expressão “ferramenta para aprender” como recurso para a aprendizagem.

²⁷definido por Papert (2006). O autor usou esse termo para mostrar outro nível de construção do conhecimento, a construção do conhecimento que acontece quando o estudante constrói um objeto de seu interesse, como uma obra de arte, um relato de experiência ou um programa de computador (PAPERT, 2006).

A abordagem construcionista de Papert considera duas ideias que contribuem para que esse modo de construção do conhecimento seja diferente do construtivismo de Piaget: o aprendiz constrói alguma coisa, ou seja, é o aprendizado por meio do fazer, do "colocar a mão na massa"; o fato de o aprendiz estar construindo algo do seu interesse e para o qual ele está bastante motivado e envolvido afetivamente. O que contribui para diferenciar esses dois modos de conceber a construção do conhecimento é a presença do computador, isto é, pelo motivo do aprendiz estar construindo algo por meio do computador, utilizando-o como ferramenta, como apoio. Assim, o uso do computador requer certas ações que são bastante efetivas no processo de construção do conhecimento. Quando o aprendiz está interagindo com o computador, ele está manipulando conceitos e isso contribui para o seu desenvolvimento mental (VALENTE, 1999).

O computador contribui para a educação ao estabelecer uma relação professor-aluno, com maior proximidade, interação e colaboração. Reforça o papel do professor na preparação, na condução e na avaliação do processo de ensino e aprendizagem, redefinindo uma nova visão deste profissional, que, para atender as demandas da sociedade atual, precisa continuar sua formação ao longo de sua carreira (COSTA; RAABE, 2011).

Desta forma, as posturas que o professor de Matemática assume diante das situações complexas do processo de ensino e aprendizagem, podem potencializar ou inibir o desejo de aprender e repercutir no desenvolvimento educativo e social de seus estudantes. Assim, a prática pedagógica precisa oportunizar relações que considerem as subjetividades, as possibilidades e as diversidades dos estudantes. Para isso é imprescindível uma concepção ética que compreenda a ação educativa

²⁷ Abordagem defendida por Papert, que compreende o computador como uma ferramenta para aprender, propiciando que o estudante faça suas próprias descobertas. Papert (2006) afirma que quanto maior for a quantidade de ensino menor será a quantidade de descobertas do estudante.

em uma perspectiva que contemple aspectos relativos ao desenvolvimento cognitivo e social dos estudantes.

As representações virtuais, pelas facilidades de manuseio, acesso e diversidade propiciam às crianças vivências que se aproximam do contexto real e contribuem para dinamizar o ensino e a aprendizagem nas aulas com enfoque investigativo trazendo sentido para as crianças que se envolvem à medida que se sentem sujeitos no processo de construção do conhecimento.

Além do atrativo do som, da imagem, das animações e da possibilidade de poder realizar inúmeras experiências diversificadas ao mesmo tempo no contexto da sala de aula, o computador com acesso à Internet elimina também as dificuldades de armazenamento e deslocamento, de inúmeros recursos materiais e manipulativos no contexto escolar, materiais esses, que na maioria das vezes tem pouca durabilidade e tornam-se obsoletos muito rapidamente, além do fato de nem sempre estarem acessíveis ao professor e aos estudantes no momento em que a sua utilização for relevante para novos *insights* e aprendizagens na sala de aula.

A seguir faz-se o encadeamento da Modelagem Matemática com a Educação Matemática Crítica, segundo Skovsmose (2008); delineia-se o percurso da concepção da Modelagem Matemática em uma perspectiva de Educação Matemática, e apresenta-se a proposta de Burak (2004) para a sua utilização no processo de ensino e aprendizagem.

2.7 A MODELAGEM MATEMÁTICA COMO CENÁRIO PARA INVESTIGAÇÃO

A Modelagem é defendida na Educação Matemática por possibilitar a participação dos estudantes como sujeitos do processo de aprendizagem, por favorecer a compreensão e a aplicação dos conceitos matemáticos, por oportunizar o desenvolvimento de habilidades voltadas à exploração e por considerar o papel sociocultural da matemática.

Skovsmose (2008) declara que se pode assumir uma perspectiva crítica sobre a Modelagem Matemática e em relação a sua ampla gama de aplicações. Ele concebe a Modelagem como um meio para realizar ações, e essas ações podem ter qualidades diferentes. Desse modo, a Modelagem Matemática pode formar a base para ações mais efetivas, desde que essas ações sejam exploradas de forma crítica. Ele confessa sua afinidade com as abordagens de Modelagem Matemática que não incluem qualquer aclamação automática da modelagem, mas que exercem uma perspectiva crítica sobre o processo de modelagem. Para este autor, a Modelagem Matemática contribui para a constituição de cenários de investigação, quando os conteúdos matemáticos são vinculados ao cotidiano das crianças por meio da busca, seleção, organização e utilização de informações, e, da reflexão sobre elas.

Para Burak (1992), a Modelagem acontece desde os primórdios da história da humanidade, pois o ser humano sempre procurou compreender e entender o ambiente em que vive. O desenvolvimento das Ciências, em especial, da Matemática aliada à aptidão humana de questionar, pensar, criar e averiguar possibilitou à espécie humana Modelar o ambiente ao longo da história para melhor entendê-lo. Para este autor:

“A Modelagem Matemática constitui-se em um conjunto de procedimentos, cujo objetivo é estabelecer um paralelo para tentar explicar, matematicamente, os fenômenos presentes no cotidiano do ser humano, ajudando-o a fazer predições e a tomar decisões” (BURAK, 1992, P. 62).

Essa concepção compreende a Matemática como uma construção a partir da interação do estudante com o mundo, com o contexto da sua realidade.

Os estudos de Burak (2004) ressaltam a importância de que, ao se trabalhar com a Modelagem na perspectiva da Educação Matemática, tenha-se consciência das concepções que estão norteando o trabalho pedagógico. Dependendo da compreensão de Modelagem e de Educação Matemática há diferenças na prática pedagógica na opção pela sua utilização, ou não, no âmbito da Educação Básica, principalmente nos anos iniciais. É importante também considerar o currículo em que está sendo proposto o trabalho com a Modelagem.

Segundo Chaves e Espírito Santo (2008), a maioria das escolas organiza seu currículo de modo tradicional. O que 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, na maioria das vezes, pré-estabelecidos pelo professor, o responsável pelo acompanhamento e direcionamento do trabalho.

Chaves e Espírito Santo (2008), apontam que uma das consequências desta visão reducionista, é o entendimento por parte de alguns professores no sentido de compreender 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 fora da sala de aula. Como justificativa à essa percepção, esses professores enfatizam a preocupação em trabalhar todos os conteúdos programáticos contemplados no currículo, ou pelo motivo de suas turmas possuírem um elevado número de estudantes e desse modo seria possível apenas um acompanhamento superficial das ações que estariam sendo desenvolvidas pelos estudantes.

Desta forma, Chaves e Espírito Santo (2008), ao constatar que os professores relacionam a prática pedagógica à realidade do contexto escolar onde atuam, salientam a importância de uma visão mais aprofundada a respeito das diferentes concepções referentes à Modelagem Matemática.

É importante considerar que os avanços na reformulação da concepção da Modelagem Matemática na Educação, devem-se principalmente, de acordo com Burak e Klüber (2008), à reformulação da concepção da Educação Matemática e pela influência dos estudos sobre as abordagens teóricas da Psicologia, entre elas: a Construtivista defendida por Piaget, a Sócio interacionista por Vygotsky, e a Aprendizagem Significativa de Ausubel.

A seguir faz-se uma breve exposição da evolução da concepção da Modelagem Matemática em direção à Educação Matemática, na perspectiva sociocrítica.

A concepção de Biembengut (1999), mais voltada para o estudo das Ciências Naturais e à comunidade científica. Enfatiza a visão da Matemática Aplicada, o rigor dos procedimentos e a elaboração do modelo matemático. De acordo com essa abordagem a Modelagem seria como um processo de tradução de uma situação-problema oriunda da realidade ou de outras áreas do conhecimento, para a linguagem simbólica da Matemática, possibilitando dessa forma a criação de um modelo matemático que contribua para a compreensão dessa situação-problema e a elaboração de estratégias para solucioná-la.

A visão de Modelagem Matemática de Bassanezi (2004) assemelha-se à de Biembengut (1999, associada à Matemática Aplicada, embora, tenha uma ação mais significativa). Apresenta a predominância da preocupação com as técnicas ou métodos da própria Matemática, não considerando a relação da Matemática com as demais áreas do conhecimento. Percebe-se a sua adequação mais voltada a cursos de graduação, Ensino Médio e Anos Finais do Ensino Fundamental, pois, têm-se o entendimento de que nesses níveis de escolaridade os estudantes estariam mais instrumentalizados, ou seja, com maior domínio dos conteúdos matemáticos, necessários para a construção de modelos.

Burak (1987) constrói uma concepção de Modelagem considerando os aspectos da visão de Bassanezi, alusivos à construção do modelo matemático, mas introduz a construção do modelo matemático relacionado ao que ele denomina de “Mundo Vida”, ao qual ele define como a realidade em que vivemos.

Assim, o modelo passa a ser a relação entre as variáveis do problema, incorporando o entendimento da Modelagem como um processo dinâmico, de acordo com a ação do sujeito. Essa concepção sugere um processo de ensino e aprendizagem mais ativo e significativo para o estudante. Para Burak (1987) “Mundo Vida”, abrange a diversidade de subjetividades que compõem a sala de aula, e, ao mesmo tempo, as singularidades das histórias de vida de cada integrante da turma, incluindo o professor. Compreende-se por meio dessa visão, que é possível modificar a cultura do “saber” para “fazer”, para a cultura do “fazer” para “saber”, ao considerar-se que nenhum “fazer” é destituído de “saber”.

Nesta perspectiva, o estudante deixa de ser um mero espectador em relação à sua aprendizagem e passa a ser corresponsável por ela, pois, a medida que o

estudante se insere na atividade por decisão própria, passa a se perceber como parte importante da ação que está sendo desenvolvida e a medida em que suas conjecturas são valorizadas, passa a participar ativamente das ações que acontecem na sala de aula.

Posteriormente após estudos e suas experiências profissionais com a utilização da Modelagem Matemática, Burak (1992, p. 32), em sua tese apresenta uma concepção reformulada da sua concepção inicial, considerando a necessidade de um redirecionamento da Modelagem Matemática numa visão de Educação Matemática, ou seja, mais voltada às Ciências Humanas e Sociais. Além de reformular a sua concepção sobre a Modelagem, o autor acrescenta dois princípios para a sua efetivação: o interesse do grupo e a busca de informações referente ao ambiente em que se insere o grupo que desenvolverá o trabalho. O autor concebe a Modelagem, não mais vinculada à construção de um modelo matemático, mas a “um conjunto de procedimentos cujo objetivo é construir um paralelo para tentar explicar, matematicamente, os fenômenos presentes no cotidiano do ser humano, ajudando-o a fazer predições e a tomar decisões”.

Barbosa (2001, p.6) explicita a sua visão de Modelagem como “um ambiente de aprendizagem no qual os alunos são convidados a indagar e/ou investigar, por meio da Matemática, situações oriundas das outras áreas de conhecimento”, e complementa fazendo a seguinte ressalva “o ambiente de aprendizagem que o professor organiza pode apenas colocar o convite. O envolvimento dos alunos ocorre na medida em que seus interesses se encontram com esse”. (BARBOSA, 2001)

O trabalho com a Modelagem na concepção de Barbosa (2001) oportuniza ao estudante a construir e ampliar o seu conhecimento matemático a partir de questões oriundas de diferentes situações, sem procedimentos determinados previamente, considerando uma variedade de possibilidades, não necessariamente com a construção do modelo matemático. Propiciando a interação da Matemática com outras áreas do conhecimento, favorecendo um trabalho interdisciplinar.

Para Burak e Klüber (2008), essa concepção está na perspectiva dos pressupostos das tendências da Educação Matemática e das Teorias psicológicas, uma vez que não está condicionada a uma sequência linear de conteúdos

programáticos, nem à obrigatoriedade da construção de um modelo matemático. O que possibilita a utilização da Modelagem desde os anos iniciais do Ensino Fundamental, pois os estudantes dos anos elementares da Educação Básica não possuem o ferramental matemático para a construção de um modelo matemático. E ainda, segundo estes autores, a maioria dos conteúdos deste nível de escolaridade, já possui modelos constituídos e validados.

Almeida e Dias (2005), na mesma direção, compreendem a Modelagem Matemática como uma estratégia pedagógica na qual se faz uma abordagem, por meio dos conteúdos matemáticos, de um problema não essencialmente matemático. Os autores defendem que a modelagem favorece uma análise mais global dos aspectos da situação investigada na busca de respostas para um problema cuja origem não está necessariamente na Matemática.

Caldeira (2005, p.3), corrobora com as concepções de Modelagem de Barbosa (2001) e de Burak(1992) e amplia a compreensão da Modelagem, ao afirmar que “mais do que uma metodologia, a Modelagem oportuniza tanto aos professores, quanto as estudantes envolvidos, um sistema de aprendizagem²⁸ no qual questões relacionadas ao ensino e a aprendizagem da Matemática são percebidas de forma a romper com o ensino tradicional. Contribuindo assim, com reflexões no sentido de romper com a linearidade em que são abordados os conteúdos matemáticos na maioria dos currículos escolares.

A compreensão da Modelagem como um sistema aumenta a sua relevância para a Educação Matemática. Para esse autor, a Modelagem Matemática compreendida apenas como uma metodologia de ensino e a aprendizagem, é uma visão reducionista, frente as potencialidades que um trabalho mediado pela Modelagem possibilita.

O autor afirma:

Colocar a Modelagem Matemática como uma estratégia de ensino e aprendizagem, ou seja, como uma metodologia, é restringi-la e limitá-la, deixando-a muito aquém daquilo que realmente podemos aproveitar,

²⁸ Expressão cunhada por Caldeira (2005), alusiva à compreensão da Modelagem Matemática como um SAC – Sistema Adaptativo Complexo, relativa à capacidade de auto-organização, por meio da interação com o ambiente; sistema aberto, que adapta-se, se reorganiza-se e aprende continuamente.

instituindo-a nas salas de aula, como prática pedagógica [...]. (CALDEIRA, 2005, p.2).

Esta interpretação, de acordo com Burak e Klüber (2008), suscita novas reflexões a respeito da Modelagem Matemática, inclusive aos aspectos que se referem à questão epistemológica.

Caldeira (2005) concebe que a Modelagem é capaz de romper com o modo fragmentado de como os conteúdos são apresentados e trabalhados na sala de aula. Pois, os estudantes, ao trabalharem com situações advindas da realidade e elaborarem diferentes estratégias de solução, estabelecem um fio condutor entre os conteúdos utilizados nas suas hipóteses e às suas indagações e/ou investigações.

Burak e Klüber (2008) concordam com esta afirmação e contribuem complementando que a aprendizagem da Matemática não ocorre de forma linear, estanque, mas em um movimento que lembra a forma de uma espiral, ao qual o estudante, numa relação dinâmica e contínua de ir e vir, estrutura e internaliza novos conceitos matemáticos, a partir de noções e conceitos aprendidos previamente.

Neste sentido, a concepção de Modelagem Matemática de Caldeira (2005) se aproxima da concepção de Burak (2004) e delinea a concepção defendida por Meyer (2007) apresentada logo a seguir.

Para Meyer (2007, p.11), a Modelagem não é objeto de estudo exclusivo da Educação Matemática. Essa ideia de amplitude que envolve a Modelagem, favorece à compreensão de que ela seja percebida “como relação entre a Matemática e a realidade, como prática de ensino, como estratégia didática, como ambiente de aprendizagem e como interpretação da natureza”. Sobre essa abordagem o autor escreve:

[...] a Modelagem Matemática está no alicerce do “ler o mundo” e na construção dialógica, coletiva e crítica” do conhecimento a que se refere à Teoria da Educação de Paulo freire. Desde as série iniciais até a formação de professores [...], a Modelagem Matemática é uma das principais chaves da compreensão da Matemática como atividade humana, necessária e instrumental: a verdade é que precisamos de matemática para compreender a nossa vida, para criticar os processos sociais – e para empreender mudanças. (MEYER, 2007, p. 11)

Meyer (2007) faz a relação da sua concepção de Modelagem com a Teoria da Educação defendida por Freire (2005), que defende a Educação libertadora e problematizadora como caminho para a transformação social.

Segundo Freire (2005), o conhecimento só tem significado quando construído na coletividade. Numa relação dialética e dialógica. É dialética no sentido de não possibilitar relações dicotômicas, contraditórias e exclusivistas como: ação e reflexão; subjetiva e objetiva; homem e mundo; educador e educando; e dialógica pelo fato de não permitirem o estabelecimento de relações hierárquicas entre si.

Para Freire (2005) é pela comunicação que são estabelecidas as relações com o outro, e toda comunicação gera mudança cognitiva, assim onde há comunicação há aprendizagem. Segundo o autor, uma Educação pautada nas relações democráticas, e problematizadora é a base para a transformação social.

Skovsmose (2008) ressalta que a questão da democracia, perpassa pela concepção de um currículo escolar que considere todos os seus agentes como sujeitos, com direitos e deveres. Onde a prática democrática seja reflexo da participação coletiva nas ações do cotidiano escolar.

As possibilidades de exercício dos deveres e direitos democráticos não estão apenas relacionadas às estruturas democráticas formais institucionalizadas, mas também a uma atitude democrática individualmente consolidada. Ações democráticas de nível macro devem ser antecipadas no nível micro. Isso quer dizer que não podemos esperar o desenvolvimento de uma atitude democrática se o sistema escolar não contiver atividades democráticas como principal elemento. (SKOVSMOSE, 2006, p.46).

Chaves e Espírito Santo (2008) trazem uma concepção sobre a Modelagem no contexto escolar alinhada com as concepções já mencionadas de (BURAK, 2004), (BARBOSA, 2001 e 2003), (CALDEIRA, 2005) e (MEYER, 2007), e salientam o caráter indisciplinar dessa abordagem, o que a torna relevante para trazer sentido e significado para a aprendizagem dos conteúdos matemáticos no currículo escolar.

[...] um processo gerador de um ambiente de ensino e aprendizagem, que permite que os conteúdos matemáticos sejam conduzidos de forma articulada com outros conteúdos de diferentes áreas do conhecimento, contribuindo, dessa forma, para que se tenha uma visão holística (global) do problema em investigação. (CHAVES; ESPÍRITO SANTO, 2008, p. 159)

Burak (1998, 2004) sugere uma sequência de cinco etapas que podem contribuir para a efetivação de uma proposta de Modelagem Matemática na perspectiva da Educação Matemática. São elas: 1) escolha do tema; 2) pesquisa exploratória; 3) levantamento dos problemas; 4) resolução dos problemas e desenvolvimento do conteúdo matemático no contexto do tema; e 5) análise crítica das soluções.

Burak e Klüber (2008) explicitam com mais detalhes cada uma dessas etapas:

Escola do tema – é o momento em que o professor apresenta aos alunos alguns temas que possam gerar interesse ou os próprios alunos sugerem um tema. Esse tema pode ser dos mais variados, uma vez que não necessita ter nenhuma ligação imediata com a matemática ou com conteúdos matemáticos, e sim com o que os alunos querem pesquisar. Já nessa fase é fundamental que o professor assuma a postura de mediador, pois deverá dar o melhor encaminhamento para que a opção dos alunos seja respeitada.

Pesquisa exploratória – escolhido o tema a ser pesquisado, encaminham-se os alunos para a procura de materiais e subsídios teóricos dos mais diversos, os quais contenham informações e noções prévias sobre o que se quer desenvolver/pesquisar. A pesquisa pode ser bibliográfica ou contemplar um trabalho de campo, fonte rica de informações e estímulo para a execução da proposta.

Levantamento dos problemas – de posse dos materiais e da pesquisa desenvolvida, incentiva-se os alunos a conjecturarem sobre tudo que pode ter relação com a matemática, elaborando problemas simples ou complexos que permitam vislumbrar a possibilidade de aplicar ou aprender conteúdos matemáticos, isso com a ajuda do professor, que não se isenta do processo, mas se torna o “mediador” das atividades.

Resolução dos problemas e o desenvolvimento do conteúdo matemático no contexto do tema – nessa etapa, busca-se responder os problemas levantados com o auxílio do conteúdo matemático, que pode ser abordado de uma maneira extremamente acessível, para, posteriormente, ser sistematizado, fazendo um caminho inverso do usual, pois se ensina o conteúdo para responder às necessidades surgidas na pesquisa e no levantamento dos problemas concomitantemente.

Análise crítica das soluções – etapa marcada pela criticidade, não apenas em relação à matemática, mas também a outros aspectos, como a viabilidade e a adequabilidade das soluções apresentadas que, muitas vezes, são lógica e matematicamente coerentes, porém inviáveis para a situação em estudo. É a etapa em que se reflete acerca dos resultados obtidos no processo e como esses podem ensejar a melhoria das decisões e ações, contribuindo, dessa maneira, para a formação de cidadãos participativos, que auxiliem na transformação da comunidade em que participam. (BURAK; KLÜBER, 2008b, p. 21-22. Grifos nossos).

Para Burak e Klüber (2008), embora a construção de um modelo matemático não seja obrigatória, em especial nos anos iniciais do Ensino Fundamental, os estudantes precisam de representações, e se conseguirem desenvolver algo que

demonstre a materialização de suas experiências e aprendizagens, isso também é considerado um modelo. Neste contexto, um modelo pode ser compreendido como uma maquete ou uma planta de uma casa. A confecção experimental de um modelo permite que os estudantes possam: conjecturar, levantar hipóteses, refletir, desenvolver a autonomia e a capacidade de buscar novas estratégias.

Assim, a partir dos pressupostos da Modelagem Matemática na Educação Matemática e fazendo-se uso do laptop educacional do Programa UCA, os estudantes e a professora de uma turma do 5º ano do Ensino Fundamental da escola campo de pesquisa foram desafiados a vivenciarem uma experiência de Modelagem Matemática na perspectiva da Educação Matemática Crítica, cujo desenvolvimento está explicitado no capítulo 4 desta dissertação.

O capítulo a seguir apresenta o entendimento de pesquisa científica, da abordagem qualitativa e a justificativa da escolha da metodologia da pesquisa-ação. O capítulo contempla, também, a caracterização do campo da pesquisa, dos sujeitos participantes, dos procedimentos da pesquisa, dos instrumentos de coleta de dados e da análise das informações coletadas durante a realização desta pesquisa.

3 METODOLOGIA

Este capítulo apresenta a abordagem metodológica selecionada para a realização desta pesquisa pelo enfoque qualitativo, com característica de pesquisa-ação, pautada nos conteúdos das duas entrevistas com a professora, nos registros do caderno de campo da pesquisadora e nas respostas dos dois questionários aplicados aos estudantes do contexto pesquisado. Os sujeitos participantes da pesquisa foram 23 estudantes e a professora de uma turma do 5º ano do Ensino Fundamental, de uma escola pública no perímetro urbano de Florianópolis.

A finalidade deste estudo foi analisar os impactos da inserção da Modelagem Matemática, na perspectiva crítica, nas relações de ensino e aprendizagem de uma turma do 5º ano do Ensino Fundamental de uma escola pública inserida no Programa UCA²⁹.

Desse modo, foi preciso escolher uma abordagem que possibilitasse tal investigação considerando a importância da participação dos atores envolvidos. Procura-se interpretar os conteúdos do caderno de campo da pesquisadora, com o registro das conversas e observações durante a realização das atividades com os estudantes em sala de aula e com a professora nos momentos de estudo e planejamento; os registros das respostas do questionário aplicado aos estudantes; e, os conteúdos das entrevistas realizadas com a professora da turma. Busca-se, ainda, identificar fatores que evidenciam mudanças nas práticas e nas atitudes das pessoas envolvidas com o estudo.

Para tanto, a metodologia adotada, nesta pesquisa, é de caráter qualitativo. Cabe ressaltar que as pesquisas desenvolvidas na abordagem qualitativa caracterizam-se pela necessidade do pesquisador de compreender de que forma as pessoas, em um contexto particular, pensam e agem. Nesta abordagem, os dados coletados são predominantemente descritivos e a preocupação com o processo é maior do que com o produto final. De acordo com Goldenberg,

[...] na pesquisa qualitativa a preocupação do pesquisador não é com a representatividade numérica do grupo pesquisado, mas com o

²⁹ Programa do Governo Federal “Um Computador por aluno”.

aprofundamento da compreensão de um grupo social, de uma organização, de uma instituição, etc. (GOLDENBERG, 1999, p.14).

3.1 A METODOLOGIA DA PESQUISA-AÇÃO

Franco (2005) caracteriza a pesquisa-ação como uma metodologia de pesquisa, que visa um estudo voltado ao desenvolvimento coletivo e participativo dos pesquisadores envolvidos no processo. A referida autora declara que esse estudo deve estar direcionado à:

[...] construção de relações democráticas; [à] participação dos sujeitos; [a]o reconhecimento de direitos individuais, culturais e étnicos; e ainda [à] consideração de que os sujeitos mudam mais facilmente quando impelidos por decisões grupais. (FRANCO, 2005, p. 485).

Assim, a participação dos sujeitos é indispensável na pesquisa-ação, e para que as mudanças na prática dos participantes sejam operacionalizadas, a pesquisa-ação propõe que os envolvidos relacionem-se de forma democrática, respeitando os direitos individuais e coletivos acordados pela maioria dos participantes do grupo.

Segundo Franco (2005, p.485) existe diferentes incorporações teóricas ao conceito e a prática da pesquisa-ação, e, neste sentido, é preciso atentar para os fundamentos teóricos do estudo a ser realizado para que estejam alinhados com a metodologia, evitando-se, assim, comprometer o estudo científico por incoerências entre teoria e método. Para Franco, a pesquisa e a ação caminham juntas na perspectiva da transformação da prática. O desenvolvimento das ações do grupo precisa ter um caráter coletivo e participativo, permeado pelo diálogo e por relações democráticas. A autora considera a pesquisa-ação uma abordagem de pesquisa, com característica social, associada a uma estratégia de intervenção e que evolui em um contexto dinâmico.

De acordo com Franco (2005), a pesquisa-ação é uma metodologia de pesquisa que:

- parte do pressuposto de que pesquisa e ação podem estar reunidas;
- pode ter por objetivos a mudança, a compreensão das práticas, a resolução dos problemas, a produção de conhecimentos e/ou a melhoria de uma situação dada, na direção proposta pelo coletivo;
- deve incorporar procedimentos flexíveis, ajustar-se progressivamente aos acontecimentos; estabelecer uma comunicação sistemática entre seus participantes e se auto avaliar durante todo processo;
- deve possuir um design inovador e uma forma de gestão coletiva, em que o pesquisador é também participante e os participantes também são pesquisadores. (FRANCO, 2005, p. 496).

Assim, diante das considerações apresentadas, faz-se a opção pela metodologia da pesquisa-ação por compreende-se a sua relevância para o desenvolvimento deste estudo ao considerar: a) a participação, a opinião, e a aprendizagem dos estudantes e da professora envolvidos na pesquisa; b) favorecer a comunicação, a cooperação, o respeito às diferenças, a responsabilidade e o exercício da democracia no contexto da sala de aula.

Analisando as considerações delineadas por Franco (2005), compreende-se também que os referenciais teóricos que dão fundamentação a este estudo: a abordagem da Educação Matemática Crítica e a abordagem da Modelagem Matemática estão alinhadas aos fundamentos epistemológicos da pesquisa-ação.

Demo (2002) ressalta o caráter dialógico e político da pesquisa-ação:

Pesquisar é também dialogar, no sentido específico de produzir conhecimento do outro para si, e de si para o outro. Seres iguais socialmente não criam relações novas porque são de si contíguos e apenas permutantes, nada perturbam um ao outro, nem destroem; a criação desigual tem, ao mesmo tempo, a oportunidade de criar e destruir. (DEMO, 2002, p.38).

Para este autor, a ciência tem sempre a marca do seu construtor, que a molda do seu ponto de vista, mas igualmente, por ela também é transformado. Nesta concepção, o objeto não pode estar separado do observador, e este interfere no objeto observado, pois o pesquisador possui um olhar próprio “carregado” de ideologias e concepções que vão influenciar na análise do fenômeno e na obtenção dos resultados.

Foram necessários cinco movimentos distintos para a obtenção das informações fundamentais ao desenvolvimento desta pesquisa, descritos a seguir:

1. Levantamento dos estudos teóricos sobre a Educação Matemática; a Educação Matemática Crítica e a Modelagem Matemática.
2. Escolha da metodologia a ser empregada e da técnica de análise dos dados.
3. Elaboração do Projeto da Pesquisa com a delimitação do tema, da problemática, e a definição do campo da pesquisa e dos sujeitos envolvidos.
4. Desenvolvimento das ações na escola (campo da pesquisa).
5. Análise dos dados.

Os critérios que motivaram a escolha da escola campo foram: a) por se tratar de uma instituição de educação pública, cuja forma de ingresso dos estudantes é por sorteio, o que ocasiona um contexto rico de diversidades sociais, econômicas e culturais; b) por estar inserida no PROUCA³⁰, o qual oportuniza aos estudantes utilizarem o *laptop* com acesso à Internet na sala de aula, recebido por meio do Programa Um Computador por Aluno – UCA; c) por estimular a participação dos estudantes dos anos iniciais na Olimpíada Mirim de Matemática³¹, o que evidencia o interesse do seu currículo com a aprendizagem da Matemática; e d) pelo motivo da pesquisadora compor o quadro de professores da mesma e conhecer o interesse dos profissionais desta unidade educativa em conhecer novas possibilidades de trabalho com a Matemática que suscitem a participação dos estudantes na construção do conhecimento na sala de aula.

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, sujeito participante desta pesquisa, não possui formação específica em Matemática, e não participou de nenhuma formação sobre Modelagem Matemática, e que os estudantes, sujeitos

³⁰ Programa Um Computador Por Aluno do Governo Federal

³¹ Assemelha-se à Olimpíada Regional de Matemática, porém diferente desta, que ocorre no âmbito Estadual(SC) com os estudantes de Matemática do 6º e 9º anos do Ensino Fundamental, a ORMM (Olimpíada Regional Mirim de Matemática), acontece no universo das escolas públicas e particulares do município de Florianópolis e envolve a participação dos estudantes do 5º ano do Ensino Fundamental.

participantes também não vivenciaram nenhuma experiência anterior com a utilização da Modelagem nas aulas de Matemática.

Segundo Fiorentini e Lorenzato (2007, p.102), existem vários modos de aquisição de informações em uma pesquisa qualitativa. A coleta pode ser obtida por instrumentos mais dirigidos, “como questionários e entrevistas com questões fechadas”, ou por instrumentos mais abertos, “como entrevistas e observação participante ou etnográfica”. Para esses autores, seja qual for a técnica selecionada para a coleta dos dados, ela terá vantagens e desvantagens. Assim, o pesquisador, objetivando ser o mais fidedigno possível, em relação às informações obtidas, pode considerar conveniente utilizar mais de uma técnica para a obtenção dos dados.

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. De acordo com este autor, o *diagnóstico* visa identificar as percepções iniciais dos sujeitos participantes, suas expectativas e a definição do problema da pesquisa; na *ação*, realiza-se o planejamento e o desenvolvimento das ações da pesquisa; a *avaliação*, realizada ao final de cada etapa, permite o acompanhamento e a reorientação das estratégias da pesquisa; e na *reflexão* faz-se a análise dos dados obtidos, das possibilidades e/ou dificuldades identificadas na pesquisa.

Neste sentido, ao longo das quatro etapas da presente pesquisa foram concretizados nove momentos distintos de coleta de dados detalhados a seguir:

1ª Etapa: Diagnóstico

1º momento de coleta de dados: Levantamento das informações profissionais da professora participante da pesquisa, sobre o seu interesse e expectativas em participar deste estudo e sobre a sua concepção em relação à Matemática, ao ensino e à aprendizagem dos conteúdos matemáticos, e à Modelagem Matemática. Entrevista inicial com a professora (ver Apêndice A).

2ª momento de coleta de dados: Levantamento do perfil dos estudantes que compõem o grupo do 5º ano, participante desta pesquisa, sobre o interesse e as expectativas destes estudantes em participar deste estudo,

suas concepções em relação à Matemática, e à aprendizagem dos conhecimentos matemáticos. Questionário inicial com os estudantes (ver Apêndice C).

2ª Etapa: Ação

3º momento de coleta de dados: Trabalho em grupo com a professora participante da pesquisa para estudo sobre os referenciais teóricos da Educação Matemática, da Educação Matemática Crítica e da Modelagem Matemática; e planejamento das atividades da experiência de Modelagem Matemática com os estudantes na sala de aula. Instrumento de registro da pesquisadora sobre o trabalho em grupo com a professora (ver Apêndice F).

4º momento de coleta de dados: Observação das atividades desenvolvidas na experiência de Modelagem Matemática na sala de aula, duas vezes por semana, no período matutino, nas duas últimas aulas de segunda-feira e nas duas primeiras aulas de Matemática de sexta-feira, ao longo do 3º trimestre de 2013 para verificar as mudanças que ocorrem na prática pedagógica e na dinâmica das aulas a partir da inserção da Modelagem Matemática nas aulas de Matemática. Instrumento de registro da pesquisadora sobre a experiência em sala de aula (ver Apêndice G)

3ª Etapa: Avaliação

5º momento de coleta de dados: Avaliações processuais realizadas ao final de cada etapa da pesquisa para acompanhar e/ou redirecionar as ações do grupo na sala de aula. Relatórios da professora sobre cada etapa da experiência realizada em sala de aula

6º momento de coleta de dados: Levantamento das percepções da professora a respeito da utilização da metodologia da Modelagem

Matemática em sala de aula, após as ações oportunizadas pela pesquisa.
Entrevista final com a professora (ver Apêndice B)

7º momento de coleta de dados: Levantamento das percepções dos estudantes relativas à utilização da metodologia da Modelagem Matemática em sala de aula, após as ações oportunizadas pela pesquisa .(ver Apêndice D, 1ª parte), e ver Apêndice E, 2ª parte)

4ª Etapa: Reflexão

8º momento: Leitura, agrupamento e categorização dos dados coletados.

9º momento: Análise dos dados a partir da triangulação das informações obtidas dos sujeitos, das percepções da pesquisadora e dos referenciais teóricos da pesquisa.

3.2. CARACTERIZAÇÃO DA ESCOLA

A escola campo de pesquisa é uma unidade de ensino pública de instância Federal que está inserida no Programa UCA. A referida escola está situada no Centro de Ciências da Educação da Universidade Federal de Santa Catarina. Funciona em prédio próprio, no Campus Universitário, localizado no Bairro da Trindade, município de Florianópolis.

Fundada em 1961, a escola campo de pesquisa, denominada de Colégio de Aplicação da UFSC segue a política educacional adotada pela Universidade Federal de Santa Catarina e visa desenvolver atividades de Ensino, Pesquisa e Extensão. Funciona no período matutino e vespertino, atende ao Ensino Fundamental e Médio. Possui 03 turmas em cada ano, desde o 1º ano do Ensino Fundamental até o 3º ano do Ensino Médio. E por decisão judicial desde 2009, em todas elas há um estudante com necessidades educacionais especiais. No 1º ano do Ensino Fundamental as turmas são compostas por 20(vinte) estudantes cada, e nos demais anos do Ensino Fundamental e do Ensino Médio são formadas por 24(vinte e quatro), o estudante

com necessidades educacionais especiais ocupa duas vagas. Abaixo estão os índices alcançados pela referida escola no IDEB 2011 divulgado pelo MEC.

Quadro 3 – IDEB 2011 do Colégio de Aplicação - UFSC

Colégio de Aplicação – UFSC	IDEB 2011
4ª série/ 5º ano	7.2
8ª série/9º ano	5.9

Fonte: IDEB 2011 MEC

Embora a escola não possua atendimento em período integral, oportuniza aos estudantes e à comunidade várias modalidades esportivas e artísticas, como: vôlei; futebol; atletismo; coral; oficinas de teatro, teclado, violão e flauta. Estas atividades extraclasse, em geral, são oferecidas nos dois turnos, para que os estudantes possam frequentá-las no horário oposto às aulas.

Do mesmo modo, além da disciplina de língua estrangeira oferecida no currículo, os estudantes, dos anos finais do Ensino Fundamental e do Ensino Médio, podem optar por cursar mais duas línguas estrangeiras em horário oposto às aulas. Os estudos de recuperação e o atendimento educacional especial também são oferecidos no turno oposto às aulas regulares pelos professores e profissionais que atuam no núcleo de acessibilidade da escola, composto por 02 psicólogos, 02 enfermeiras, 02 assistentes sociais, 01 nutricionista, 03 orientadoras educacionais com habilitação na área da inclusão, e 12 professores com habilitação em educação especial. Ressalta-se que esses profissionais do núcleo de acessibilidade da escola também auxiliam o professor de sala, nas aulas regulares do currículo da escola.

Considera-se importante mencionar que para atender os estudantes com necessidades educacionais especiais que não possuem autonomia para locomoção e alimentação também há “cuidadores“, acadêmicos bolsistas dos cursos de Graduação da UFSC.

Além dessas especificidades mencionadas a escola conta com os profissionais da biblioteca (06), supervisão escolar (02), direção geral e educacional (02), secretaria (02), recepção (02), e dos profissionais terceirizados que atuam na

limpeza, preparação da merenda, segurança, manutenção do prédio e dos equipamentos técnicos e eletrônicos da escola.

Nos Anos Iniciais, a partir das turmas do 4º e 5º ano as professoras da Educação Geral, distribuem as aulas regulares do currículo separando-as por disciplinas. Desta forma os estudantes destes anos possuem 01 professora de Matemática; 01 professora de Língua Portuguesa e 01 professora que leciona Ciências Humanas e Sociais, e Ciências da Natureza; além das disciplinas com os professores das áreas específicas: Educação Física, Artes e Língua Estrangeira.

O Colégio possui 15 turmas do 1º ao 5º ano, 12 turmas do 6º ao 9º ano do Ensino fundamental e 9 turmas do 1º ao 3º ano do Ensino Médio, que compõem um universo de 852 estudantes.

3.2.1 Caracterização geral dos professores da escola

A escola possui um total de 109 docentes, dos quais 15 são substitutos e os demais efetivos, que atuam nas seguintes áreas: 12 (Pedagogos - Ed. Inclusiva); 18 (Pedagogas - Ed. Geral /Anos Iniciais); 09 (Artes); 07 (Biologia/Ciências); 09 (Ed. Física); 02 (Filosofia); 03 (Física); 06 (Geografia); 06 (História); 03 (Alemão); 03 (Espanhol); 01 (Francês); 05 (Inglês); 09 (Matemática); 08 (Português); 03 (Química) e 02 (Sociologia).

Em relação à formação dos docentes realizou-se uma busca no site da escola e obteve-se a seguinte informação:

Quadro 4 – Formação dos docentes do Colégio de Aplicação - UFSC

Número de docentes	Formação Acadêmica
7	Graduação * 2 Mestrandos
19	Especialização * 1 Mestranda
44	Mestrado *12 Doutorandos
39	Doutorado

Fonte: www.caufsc.br

Quanto ao tempo de serviço, na mesma fonte, obtiveram-se os seguintes dados:

Quadro 5 – Tempo de atuação dos docentes no Colégio de Aplicação UFSC

Número de docentes	Tempo que atuam na escola
15	Menos de 2 anos
68	De 2 a 5 anos
26	Mais de 10 anos

Fonte: www.caufsc.br

3.2.2 Caracterização geral dos estudantes da escola

Segundo a diretora educacional e a supervisora escolar da escola os estudantes do colégio, com algumas exceções, demonstram compromisso e responsabilidade com os estudos. Na escola não há registro de ocorrências graves de problemas de relacionamento entre os próprios estudantes e nem entre estes e o docentes ou demais profissionais da escola. Praticamente não há evasão, mantendo-se o mesmo número de turmas, e de alunos entre as matrículas no 1º ano do Ensino Fundamental e as que se formam no 3º ano do Ensino Médio. Segundo um levantamento da secretaria da escola no cadastro de matrículas, a maior parte dos estudantes é oriunda de famílias cujos pais são professores, profissionais do setor comercial, como vendedores e gerentes de lojas, profissionais liberais, como arquitetos, engenheiros e trabalhadores autônomos ou contratados do setor da indústria e da construção civil. A Associação de Pais e Professores da escola possui um cadastro com 43 famílias que eventualmente solicitaram no ano letivo de 2013 benefícios, como auxílio para transporte, compra de uniforme escolar, alimentação e para compra de material didático.

3.3 CARACTERIZAÇÃO DOS SUJEITOS

Os sujeitos participantes desta pesquisa-ação foram 23 estudantes de uma turma do 5º ano do Ensino Fundamental da escola campo de pesquisa, juntamente com a professora que trabalha a disciplina de Matemática com este grupo.

3.3.1 A professora participante da pesquisa:

A professora de Educação Geral³² que trabalhou com a disciplina de Matemática na turma do 5º é pedagoga, possui Mestrado em Ciências Sociais e Doutorado em Educação, na linha de História da Educação. Nunca participou de nenhuma formação sobre Modelagem Matemática ou Investigação Matemática. Atua no Colégio de Aplicação desde 2009, três anos como substituta e os últimos 04 anos como professora efetiva. O critério de escolha pelo trabalho com a Matemática não está no âmbito da sua vontade pessoal, pois a escolha das disciplinas e das turmas nos anos iniciais da referida escola é determinada pelo tempo de serviço na unidade, assim os professores com menor tempo de efetivo exercício na unidade são os últimos a escolherem suas turmas e disciplinas. Isso demonstra que a escolha da disciplina de Matemática não está entre as primeiras opções das professoras que atuam a mais tempo na referida escola.

O seu interesse pela pesquisa foi devido à sua característica de pesquisa-ação e por este motivo ela vislumbrou a possibilidade de obter formação e acompanhamento nas atividades com os estudantes em sala de aula. Suas expectativas foram em relação ao aprimoramento da sua prática pedagógica e à aprendizagem da metodologia da Modelagem Matemática objetivando envolver os estudantes nas atividades desenvolvidas nas aulas de Matemática.

3.3.2 Os estudantes participantes da pesquisa

Os estudantes participantes da turma do 5ª ano do Ensino Fundamental envolvida na pesquisa, são crianças entre a faixa etária de 09 e 10 anos, que adentraram na escola via sorteio, previsto em edital público. Um dos estudantes, um menino de 10 anos, não frequentou o 1º semestre na escola pelo motivo de seu pai estar fazendo um curso de pós-graduação em Portugal e ter levado a família neste período para acompanhá-lo. Na turma não há nenhum estudante com defasagem idade/série, e com exceção de um menino que tinha diagnóstico de espectro autista,

³² Licenciada em Pedagogia com Habilitação em Anos Iniciais

os demais não apresentavam diagnóstico de alguma síndrome ou característica que pudesse repercutir na aprendizagem ou que necessitasse de um serviço educacional especializado. A turma era composta por 12 meninas e 11 meninos. O estudante com autismo era alfabetizado e participava das aulas com o acompanhamento de uma bolsista e eventualmente, de um dos profissionais do núcleo de acessibilidade. O nível socioeconômico e cultural dos estudantes era bastante diversificado, havia um estudante que já conhecia vários países da Europa e um que nunca havia ido ao Museu Cruz e Souza localizado no centro de Florianópolis e estava feliz por saber que iria com a turma naquele semestre. Havia também uma estudante que por morar no município de Tijucas-SC, a aproximadamente 50 km do Colégio, saía de casa antes do amanhecer para chegar às 7:30h à escola e todos os dias só almoçava por volta das 14:00h. De acordo com a professora o grupo não apresentava maiores problemas de aprendizagem e relacionamento. (*“além da agitação, da tagarelice e das travessuras normais às crianças saudáveis desta idade”*). (Fala da professora da turma e sujeito da pesquisa, na conversa inicial e informal com a pesquisadora). (16/09/2013).

3.4 PROCEDIMENTO PARA A REALIZAÇÃO DA PESQUISA

A proposta desta pesquisa foi apresentada ao diretor educacional da escola (ver Apêndice H), que demonstrou interesse pelo estudo e mencionou que os profissionais da escola, docentes e servidores técnicos e administrativos, vêm realizando estudos e discussões que contemplam a necessidade de um currículo mais dinâmico e participativo. Assim, solicitou para que a pesquisadora formatasse o projeto da pesquisa de acordo com a formatação recomendada pelo CED – Centro de Ciências da UFSC, ao qual o Colégio de Aplicação está vinculado. Após receber o parecer favorável do comitê de ética deste departamento, o projeto desta pesquisa foi encaminhado e aprovado pela equipe do colegiado da escola.

A coordenadora dos anos iniciais da escola, após conversa com a pesquisadora sobre a rotina e procedimentos da escola para a viabilização da pesquisa, apresentou o projeto da pesquisa aos docentes deste segmento, e uma professora de educação geral, que naquele ano estava lecionando a disciplina de

Matemática em um 5º ano demonstrou interesse a respeito da Modelagem Matemática e permitiu que a proposta da pesquisa-ação fosse socializada aos estudantes da sua turma.

Assim, após uma conversa inicial entre a professora e esta pesquisadora, foi agendado um encontro com os estudantes para realizar o convite para participarem como sujeitos participantes do estudo e fazer os devidos esclarecimentos à cerca da pesquisa-ação a ser desenvolvida. No encontro a pesquisadora realizou o convite aos estudantes e conversou sobre a proposta da pesquisa com o grupo. Na sequência, foi permitido à pesquisadora participar de um momento numa reunião de pais que já havia no calendário da escola para apresentar a proposta da pesquisa aos responsáveis dos estudantes da referida turma. Nessa reunião, juntamente com a professora da turma e a coordenadora dos anos iniciais, a pesquisadora fez a apresentação da proposta da pesquisa, esclareceu eventuais dúvidas em relação ao seu desenvolvimento e fez a entrega dos termos de consentimento livre e esclarecido à professora (ver Apêndice I), e, aos responsáveis, entregou os termos de consentimento livre e esclarecido dos estudantes (Apêndice J) para a assinatura das crianças, e ainda o termo de consentimento dos responsáveis (Apêndice K) para obter por escrito, a autorização destes para a participação de seus filhos nesta pesquisa. Em se tratando de uma escola que desenvolve ações de ensino, pesquisa e extensão, as famílias e os estudantes já estão familiarizados com esse tipo de intervenção, sendo assim, após os esclarecimentos, a aceitação ao convite foi unânime, por parte dos responsáveis e pelos estudantes.

Foram utilizados como instrumentos de coleta de dados durante o desenvolvimento da pesquisa: questionários, entrevistas e o registro dos conteúdos do caderno de campo da pesquisadora.

A pesquisadora esteve presente na escola ao longo do 2º semestre de 2013, o que proporcionou uma relação direta e constante com os estudantes e a professora envolvidos na pesquisa, e com o contexto dos anos iniciais da referida escola. As observações e os registros foram realizados paralelamente ao desenvolvimento das ações com os estudantes nas aulas de Matemática, e nas reuniões para estudo e planejamento com a professora, as entrevistas foram gravadas em áudio e transcritas pela própria pesquisadora.

3.4.1 Entrevista inicial com a professora

Para iniciar o trabalho com a professora considerou-se importante, conhecer um pouco sobre a sua vida pessoal, acadêmica e profissional numa conversa informal para criar um clima de descontração.

Concordando com Gaskel (2002), que a entrevista semiestruturada tem como objetivo “uma compreensão detalhada das crenças, atitudes, valores e motivações, em relação aos comportamentos das pessoas em contextos sociais específicos” (p. 65), foi realizada a entrevista com perguntas abertas e semiestruturadas, elaboradas previamente, com o objetivo de conhecer as expectativas da professora em relação ao estudo; a sua concepção em relação à Matemática, às dificuldades encontradas e as estratégias utilizadas na sua prática pedagógica; ao uso da tecnologia em suas aulas; ao papel da Matemática na sociedade, e em relação aos seus conhecimentos prévios da Modelagem Matemática. A realização da entrevista aconteceu em uma sala da escola destinada ao atendimento individual dos estudantes e/ou seus responsáveis, em horário agendado com a professora. O tempo da entrevista foi de aproximadamente 30 minutos e a sua transcrição foi apresentada posteriormente à professora para a sua leitura e aprovação. (ver Apêndice A)

3.4.2 Questionário inicial com os estudantes

Com base nas questões da entrevista realizada com a professora foi elaborado o questionário com perguntas abertas, estruturadas e semiestruturadas para serem respondidas e discutidas em sala pelos estudantes com o objetivo de conhecer o perfil dos estudantes; diagnosticar as expectativas do grupo em relação a uma proposta de trabalho diferente nas aulas de Matemática; averiguar as concepções da turma em relação à Matemática, e à aprendizagem dos conhecimentos matemáticos. (ver Apêndice C)

3.4.3 Registro da pesquisadora sobre as ações com a professora

O registro no caderno de campo da pesquisadora, das suas percepções sobre as ações realizadas nos encontros de trabalho em grupo com a professora, entre

elas: estudo dos referenciais teóricos desta pesquisa; registro de relatos da professora sobre o desenvolvimento das atividades em sala de aula; planejamento das atividades para o trabalho com os estudantes na sala de aula, reflexões e redirecionamento das ações da pesquisa, a partir das ações e reflexões do grupo na sala de aula. Para tanto foi elaborado um instrumento para apoiar esses registros junto ao caderno de campo da pesquisadora. (ver Apêndice F)

3.4.4 Registro da pesquisadora das observações em sala de aula

O registro no caderno de campo da pesquisadora das observações das ações desenvolvidas, diálogos e depoimentos dos estudantes e da professora em sala de aula.

Para dinamizar as anotações e focar as observações nas categorias de análise estabelecidas, *a priori*, juntamente com orientador, foi elaborado um instrumento de registro para as observações da pesquisadora, a respeito da dinâmica da sala de aula, da prática pedagógica, da participação dos estudantes na construção do conhecimento, no desenvolvimento da autonomia, nas relações entre os estudantes e entre estes e a professora e sobre as potencialidades e dificuldades identificadas na inserção da metodologia da Modelagem Matemática na sala de aula. Norteado pelos eixos de análise mencionados mais adiante nos procedimentos de análise desta pesquisa. (ver Apêndice G)

3.4.5 Entrevista final com a professora

De acordo com a mesma fundamentação a 2ª a entrevista com a professora foi realizada nos mesmos moldes da entrevista inicial, com aproximadamente uns trinta minutos de duração, na mesma sala de atendimento individual e em horário agendado previamente com a professora. Com o objetivo de identificar as percepções da professora a respeito da utilização da metodologia da Modelagem Matemática em sala de aula, após as ações e reflexões oportunizadas pela pesquisa nos encontros com a pesquisadora e a experiência com os estudantes em sala de aula; mudanças de concepção em relação à Matemática, ao ensino e aprendizagem da Matemática, e os aspectos positivos e negativos na sua opinião, em relação ao ensino e

aprendizagem da Matemática. Assim, duas semanas após a última atividade com os estudantes, a entrevista final realizada com os 5 grupos de trabalho, foi realizada esta entrevista, o último momento de coleta de dados desta pesquisa. Da mesma forma que a entrevista anterior, o texto foi transcrito e disponibilizado via e-mail, à professora para a leitura e eventuais modificações caso esta considerasse necessário, mas foi aprovado sem nenhuma alteração. (ver Apêndice B)

3.4.6 Questionário final com os estudantes distribuídos por grupo de trabalho

Para averiguar as percepções dos estudantes, após as aulas de Matemática com a utilização da Modelagem Matemática e da tecnologia, por meio do laptop do Programa UCA conectado à Internet, as dificuldades e as potencialidades desta metodologia para a aprendizagem na opinião destes, e mudanças de atitudes e concepções do grupo em relação à Matemática e à capacidade de aprender Matemática, optou-se pela aplicação de um questionário, constituído por duas partes distintas, a primeira com questões estruturadas e semiestruturadas a ser tabulada pelos próprios estudantes em sala de aula, e a segunda, com perguntas abertas, a serem respondidas pelos 5 grupos de trabalho. (ver Apêndice D, 1ª parte), e (ver Apêndice E, 2ª parte).

O encontro com os estudantes para a realização do questionário final aconteceu durante a semana cultural. A coordenação dos anos iniciais e a professora organizaram um horário para que o grupo pudesse participar deste momento no próprio turno das aulas. Para realizar o questionário e a reflexão final sobre as ações da pesquisa realizadas com os estudantes, foi necessário utilizar duas dinâmicas diferentes. A primeira parte foi aplicada com todo o grupo para criar um clima de aproximação e descontração entre os estudantes e a pesquisadora; e a segunda, aplicada separadamente, com os estudantes distribuídos em seus grupos de trabalho.

As questões da 1ª parte do questionário visavam obter informações sobre as percepções dos estudantes em relação ao uso da tecnologia em sala atendendo aos pressupostos da Educação Matemática Crítica, que não concebe a Matemática separada da tecnologia. Foi aplicado um questionário composto por questões estruturadas e semiestruturadas que abordavam a relação entre a utilização do

computador conectado e à contextualização dos conteúdos matemáticos e à participação dos estudantes e à relação da Matemática com as outras áreas do conhecimento. Os próprios estudantes, utilizando os conhecimentos adquiridos sobre a elaboração de gráficos, realizaram a tabulação dos dados das respostas, e apresentaram as percepções e opiniões do grupo, por meio da representação gráfica dos dados tabulados à turma, à professora e à pesquisadora, utilizando o projetor da sala.

A segunda parte foi realizada com os 05 grupos de trabalho, de acordo com a seguinte dinâmica: Cada grupo recebeu as perguntas abertas e coletivamente os participantes discutiram e elaboraram as respostas que representavam as opiniões do respectivo grupo. Após a devolutiva das respostas foram coletados, por meio de gravações de áudio, alguns depoimentos dos estudantes que quiseram pontuar suas considerações individuais (ver Apêndice S). Foram elaboradas questões relativas às potencialidades e dificuldades da inserção da Modelagem Matemática nas aulas de Matemática; às mudanças na prática pedagógica e na dinâmica das aulas; e, ao desenvolvimento de atitudes e concepções no grupo a respeito da Matemática e da capacidade de “fazer matemática” para “saber matemática”.

3.5 PROCEDIMENTO DE ANÁLISE DOS DADOS

A análise dos dados deu-se a partir dos documentos escritos: registros dos estudantes, registros da professora, anotações da pesquisadora, transcrições das entrevistas e depoimentos, respostas dos questionários. O registro das reflexões do grupo após a realização das atividades em sala de aula, e posteriormente, as reuniões de trabalho com a professora para planejamento e redirecionamento das ações também se configuraram como momentos de análise. Da mesma forma, como as transcrições foram realizadas pela própria pesquisadora, essa ação já se constituiu como parte da análise dos dados.

A análise de conteúdo é uma técnica cuja função é identificar o que está sendo dito a respeito de determinado tema. É composta por três fases: 1) a *pré-análise* – fase preparatória para a análise, que compreende a leitura flutuante, objetivos, hipóteses e a elaboração de indicadores que fundamentem a

interpretação; 2) *a exploração do material* – incide no processo onde os dados brutos são codificados e reunidos em categorias, permitindo a descrição das características relacionadas ao conteúdo; 3) *o tratamento dos resultados e interpretação* (BARDIN, 2002).

Após o término da coleta de dados, foi realizada a leitura de todo material inúmeras vezes, a cada leitura a pesquisadora foi anotando suas percepções no próprio material. Essas anotações foram transpostas para uma única folha, na qual se fez a unitarização das informações, que de acordo com Bardin (2002), possibilita uma visão geral daquilo que foi percebido em diferentes momentos e instrumentos. A partir desse agrupamento por semelhança fez-se a associação das informações com os eixos de análise constituídos com base nos objetivos da pesquisa.

Considera-se importante mencionar que os instrumentos de coleta de dados foram elaborados com a finalidade de buscar evidências e indicadores que estivessem direcionados para atender os objetivos específicos da pesquisa e responder à problemática inicial, sendo assim as categorias de análise descritas abaixo subsidiaram a elaboração das questões dos questionários, das entrevistas e das pautas de observações realizadas pela pesquisadora.

Foram consideradas as seguintes categorias de análise, considerando-se a inserção da Modelagem Matemática na sala de aula:

- 1) Potencialidades e dificuldades percebidas na experiência com a inserção da Modelagem Matemática na sala de aula no contexto dos anos iniciais;
- 2) Mudanças na prática pedagógica;
 - a) no planejamento das aulas
 - b) na sala de aula
- 3) Mudanças na dinâmica da sala de aula;
 - a) na relação entre a professora e os estudantes
 - b) na relação entre os estudantes
- 4) Construção do conhecimento em sala na perspectiva da EMC;
 - a) participação dos estudantes na realização das atividades
 - b) desenvolvimento da autonomia e da criticidade

- c) aprendizagem dos conceitos matemáticos
- d) uso da tecnologia

5) Mudança da cultura da Matemática e da capacidade de aprender matemática nos estudantes e na professora.

- a) atitudes;
- b) discurso;

Após a análise dos dados fez-se a triangulação do conteúdo das informações coletadas oriundas das percepções da pesquisadora, dos estudantes e da professora com o cruzamento dos aportes teóricos da Educação Matemática Crítica, da Modelagem Matemática e da Informática na Educação.

4 DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA AÇÃO

Este estudo tinha como perspectiva mudanças em relação ao ensino e à aprendizagem dos conteúdos matemáticos no contexto da sala de aula. Deste modo foram necessários dois momentos distintos para a realização das ações da pesquisa, um visando às ações de planejamento e formação com a professora da turma, e outro, à inserção da Modelagem Matemática na sala de aula com os estudantes. Ambos aconteceram concomitantemente ao longo da pesquisa de acordo com as etapas propostas por Richardson (2008), para o desenvolvimento da pesquisa-ação: a) Diagnóstico; b) Ação; c) Avaliação e; d) Reflexão, detalhadas a seguir:

4.1 1ª ETAPA DA PESQUISA-AÇÃO:DIAGNÓSTICO

Nesta etapa faz-se o levantamento do interesse e das expectativas dos sujeitos participantes pela pesquisa. Define-se a problemática da pesquisa com os participantes e discute-se as possibilidades possíveis para solucioná-la.

Richardson (2008) sugere, para esta primeira etapa da pesquisa-ação, a aplicação de entrevistas ou questionários, que podem ser respondidos em grupos de dois a quatro participantes, ou, ainda, uma conversa inicial com os sujeitos para identificar as expectativas do grupo, obter algumas informações preliminares em relação ao estudo e definir o problema da pesquisa.

Desta forma, decidiu-se realizar uma entrevista inicial com a professora da turma e, no primeiro encontro com os estudantes, aplicar um questionário com perguntas abertas e semiestruturadas para serem respondidas e discutidas em sala pelo grupo.

Na entrevista inicial, a professora mencionou nunca ter participado de uma formação sobre Modelagem Matemática. Como a pesquisa tinha a intencionalidade de que a própria professora desenvolvesse as ações com os estudantes na sala de aula, houve a necessidade de planejar momentos de estudos sobre a metodologia da Modelagem Matemática, na perspectiva da Educação Matemática Crítica, para subsidiar a prática pedagógica.

Para iniciar o diagnóstico com os estudantes compreendeu-se a necessidade de realizar uma conversa inicial e aplicar um questionário composto de duas partes distintas, a 1ª com questões abertas para identificar às expectativas do grupo e a concepção dos estudantes em relação à Matemática e à aprendizagem dos conteúdos matemáticos, e a 2ª, com questões semiestruturadas, sobre o uso da tecnologia no ensino e aprendizagem nas aulas de Matemática.

As perguntas abertas foram respondidas oralmente pelo grupo de maneira informal e registradas pela professora. Os estudantes compartilharam suas respostas às seguintes questões:

1. Em sua opinião, estudar Matemática é interessante?
2. O que você espera deste estudo?
3. Descreva quais as dificuldades para o processo de aprendizagem que você observa nas aulas de matemática.

No conjunto das respostas foram coletadas informações importantes para o início das atividades.

Com relação à primeira questão, 04 estudantes declararam que “*gostavam de estudar Matemática*”, os demais, 19 estudantes da turma não tinham uma boa relação com a Matemática, entretanto, consideravam importante estudar os conceitos matemáticos. Uma estudante fez a seguinte declaração: “*A Matemática não é para mim, não levo jeito para aprender Matemática*”, outro estudante, fez o seguinte comentário: “*Eu gosto de Matemática, a gente não têm que ler muito.*” (22/08/2013)

Com relação às expectativas sobre a participação nesta pesquisa, os estudantes declararam o desejo de aprender mais e vivenciarem experiências diferentes nas aulas de Matemática. O que é peculiar nessa faixa etária, e ratifica o comentário da professora com relação à necessidade de desenvolver atividades diversificadas nas aulas de Matemática para envolver os estudantes: “*...utilizo o livro didático, que é muito bom, traz situações problemas a partir de um tema. Também gosto de utilizar as questões da Prova Brasil de anos anteriores para contextualizar os conteúdos*

matemáticos através de situações do dia-a-dia. Mas tenho necessidade de trabalhar atividades que promovam maior participação dos alunos nas aulas.” (20/08/2013)

Na terceira questão, os estudantes descreveram de modo sucinto suas dificuldades nas aulas de matemática, entre elas a interpretação dos enunciados das situações-problemas, e a dificuldade em associar um determinado conceito matemático aprendido à outra situação-problema ou exercício.

Dificuldades estas que correspondem à crítica de Skovsmose (2000) ao paradigma do exercício, em que os estudantes desenvolvem a habilidade de resolver exercícios, mas não aprendem efetivamente os conceitos matemáticos. E à falta de sentido que os estudantes atribuem à Matemática aprendida na escola, confirmando os estudos de Carraher et al. (2006) que sinalizam que o ensino da Matemática desenvolvido nos anos iniciais do Ensino Fundamental ainda está permeado por ações que contemplam a memorização e ao uso de algoritmos sem aplicação no cotidiano das crianças.

Com relação às questões da 2ª parte do questionário, foi solicitado para que os estudantes respondessem as questões individualmente para serem tabuladas e discutidas pelo grupo em outro momento.

Após esta dinâmica inicial a pesquisadora apresentou para o grupo, numa linguagem acessível à compreensão dos estudantes, a proposta do problema da pesquisa, e as características de um trabalho com Modelagem Matemática na perspectiva da Educação Matemática Crítica. Em consenso com as necessidades e expectativas explicitadas pelo grupo foram discutidas as ações que seriam desenvolvidas com a professora, e em sala de aula, ao longo da pesquisa objetivando responder à referida problemática da pesquisa.

4.2 2ª ETAPA DA PESQUISA-AÇÃO: AÇÃO

Richardson (2008) salienta que na pesquisa-ação o papel fundamental do pesquisador é ajudar o grupo no processo de pensar, de agir, de refletir e de avaliar. Nesta etapa, o grupo precisa desenvolver a compreensão dos objetivos, dos interesses e dos possíveis obstáculos a enfrentar na execução do projeto.

Assim, a partir do diagnóstico e da definição da problemática da pesquisa, definiu-se as ações a serem realizadas com a professora e as ações a serem desenvolvidas pela professora e os estudantes na sala de aula.

4.2.1 Ações com a professora

Após a 1ª entrevista, que já se configura como uma ação foi planejado em conjunto com a professora encontros para estudo, planejamento e avaliação. As pautas dos encontros com a professora para a realização das ações da pesquisa foram reunidas em um quadro nos apêndices desta dissertação. (ver Apêndice L)

Ao longo da pesquisa foram realizados três encontros de estudo, três encontros para planejar e avaliar as ações com os estudantes em sala de aula, e um encontro para sistematizar a avaliação final da pesquisa com o grupo. Existiram ainda, durante o período da pesquisa, conversas informais com a professora que contribuíram para fortalecer a interação e o trabalho em equipe entre esta e a pesquisadora.

Para subsidiar os encontros de estudo, fez-se uso primeiramente da resenha de D'Ambrósio a respeito do livro "A incerteza da Matemática" de Ole Skovsmose, publicado em 2008. Que contextualiza o que vem a ser Educação, Educação Matemática e Educação Matemática Crítica de acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais. O 2º texto trabalhado foi o artigo "Reflexões sobre o uso da Modelagem Matemática nos anos iniciais do Ensino Fundamental", de Burak e Klüber, publicado em 2008, e o 3º foi o artigo intitulado: "Explorar, investigar e discutir na aula de Matemática, de Hélia Margarida Oliveira, Maria Irene Segurado e João Pedro da Ponte (OLIVEIRA ET AL., 1999), que aborda os diferentes momentos da aula investigativa. Nesses três encontros as reflexões extrapolaram os assuntos abordados nos textos, perpassando desde a insegurança por parte da professora no do trabalho com a abordagem da Modelagem Matemática até as suas concepções em relação à Matemática e à aprendizagem da Matemática. Após a realização de cada encontro a pesquisadora registrava em seu caderno de campo as percepções e as considerações da professora sobre as ações realizadas e a professora elaborava um relato sobre as suas próprias percepções.

4.2.2 Ações em sala de aula

Em conjunto com a professora e os estudantes, foram definidas as seguintes ações a serem desenvolvidas pelo grupo em sala de aula:

1. Constituir grupos de trabalho, formado por 4 ou 5 estudantes.
2. Pesquisar nas aulas de Matemática informações sobre a falta e o desperdício de água no planeta Terra utilizando-se sites de busca na Internet por meio do laptop – UCA.
3. Identificar, nas pesquisas desenvolvidas, informações que tenham relação com a Matemática.
4. Compartilhar os conhecimentos produzidos pelos grupos de trabalho a toda a turma.
5. Elaborar atividades investigativas que vislumbrem a possibilidade de aplicar ou aprender os conteúdos matemáticos identificados.
6. Resolver as atividades investigativas utilizando diferentes estratégias de resolução, desde as mais simples como desenhos, às mais complexas, por meio da sistematização dos conteúdos matemáticos.
7. Fazer a análise crítica das possibilidades definidas pelos grupos para verificar a viabilidade e a adequação das soluções no contexto do tema.

Nos apêndices desta dissertação estão apresentadas as datas e as pautas dos encontros com a descrição das ações dos estudantes e da professora em sala de aula, nos quais foi possível analisar se a inserção da Modelagem Matemática nas aulas de Matemática mobilizou o ensino e a aprendizagem durante esta pesquisa. (ver Apêndice M)

Para subsidiar o desenvolvimento destas ações objetivando a efetiva inserção da Modelagem Matemática em sala de aula, na perspectiva da Educação Matemática Crítica, optou-se pela utilização da sequência proposta por Burak e Klüber (2008), composta pelas etapas descritas a seguir: a) Escolha do tema; b) Pesquisa-exploratória; c) Elaboração das atividades investigativas; d) Resolução das atividades investigativas e, e) Análise crítica das soluções .

a) Escolha do tema

Foi proposto ao grupo a escolha de um tema sobre o qual gostariam de pesquisar para trabalhar os conceitos matemáticos utilizando a metodologia da Modelagem Matemática. Os estudantes responderam a seguinte questão: A respeito de qual tema você gostaria de realizar uma pesquisa para trabalhar os conteúdos matemáticos na sala de aula?

Foram identificados 14 temas diferentes, contendo algumas respostas mais de um tema. Os temas mais apontados foram: Energia Solar; A água no planeta Terra; Jogos e Brincadeiras infantis; Alimentação; Corpo Humano; e Esportes. Entretanto o grupo decidiu optar pelo tema “Água no Planeta Terra”.

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.

Assim, 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.

1ª Avaliação Processual com grupo:

A avaliação faz parte da prática habitual da pesquisa-ação para identificar aspectos positivos ou negativos durante o desenvolvimento das ações e, assim, reorientar as próximas etapas da pesquisa.

Deste modo, nos encontros com a professora para o planejamento das atividades a serem desenvolvidas na sala de aula, realizava-se a avaliação do processo, para refletir sobre as percepções sinalizadas e/ou redirecionar as próximas ações. Nesta 1ª avaliação parcial, foram pontuadas as seguintes questões: a) o entusiasmo e o envolvimento dos estudantes durante a escolha do tema; b) a preocupação da professora no sentido de direcionar as informações da falta e do desperdício da água no Planeta Terra para o ensino e aprendizagem dos conteúdos matemáticos; e c) a motivação e a expectativa que este modo diferente de ensinar e aprender despertou na professora e nos estudantes.

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 problemas abertas ou atividades investigativas que envolvam o ensino e a aprendizagem de conteúdos matemáticos.

Permitiu-se que os estudantes escolhessem seus colegas de trabalho, de acordo com os princípios da democracia e autonomia da abordagem da Educação Matemática Crítica.

As possibilidades de exercício dos deveres e direitos democráticos não estão apenas relacionadas às estruturas democráticas formais institucionalizadas, mas também a uma atitude democrática individualmente consolidada. Ações democráticas de nível macro devem ser antecipadas no nível micro. Isso quer dizer que não podemos esperar o desenvolvimento de uma atitude democrática se o sistema escolar não contiver atividades democráticas como principal elemento. (SKOVSMOSE, 2006, p.46)

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.

Cabe salientar que 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.

Foi acordado que após pesquisar informações relevantes sobre as questões mencionadas, os grupos de trabalho iriam elaborar uma apresentação para a turma, fazendo-se uso do editor de texto do laptop educacional - UCA e o projetor da sala de aula. Durante as apresentações, seriam pontuados pelos grupos os conteúdos matemáticos associados às informações e os demais estudantes da turma contribuiriam com perguntas e comentários.

No processo de elaboração das apresentações, houve a manifestação de conflitos entre estudantes de um grupo com relação à montagem dos slides, o que é

esperado em um contexto onde a democracia permite a discussão e a divergência de opiniões, sendo necessária a intervenção da professora e dos demais estudantes para o consenso entre as partes.

A mediação da professora foi relevante no sentido de contribuir para que os grupos de trabalho pesquisassem aspectos diferentes relativos ao tema da água. Assim, as pesquisas abordaram as seguintes questões: a) A água nos oceanos; b) A água doce; c) O uso racional da água; d) A água nos seres vivos; e e) O consumo e o desperdício de água no mundo. 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.

O uso da informática na educação apresenta um aspecto relevante a ser considerado pelos professores: o interesse dos estudantes pela pesquisa. A comunicação, o acesso às informações e os recursos audiovisuais que o computador possibilita contribuem para que a prática investigativa seja integrada à a cultura escolar.

Os computadores na educação matemática têm ajudado a estabelecer novos cenários para investigação, desafiando a autoridade do professor (tradicional) de matemática (embora alguns programas fechados tentem eliminar incertezas, ajustando as atividades ao paradigma do exercício). (SKOVSMOSE, 2008, p.35-36).

Nas apresentações dos grupos de trabalho 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 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. E isso, foi possível, por meio dos laptops UCA conectados à Internet. O uso dos computadores nas aulas permitiu que os grupos pesquisassem aspectos diferentes relativos à água, e antes das apresentações para a turma, o processo de comunicação, de troca de experiências e informações já estava ocorrendo, aproximando a sala de aula de um cenário para investigações.

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, p.35-36).

Os cinco grupos de trabalho demonstraram habilidade e desenvoltura no uso do laptop educacional – UCA, conectado à internet para realizar suas pesquisas. Entretanto, ao iniciar a elaboração de gráficos que seriam utilizados para comparar informações, quantidades, para socializar os conhecimentos produzidos, a professora constatou que os estudantes tiveram dificuldades para transpor as informações das tabelas para outras formas de representação, de interpretar as informações dos diferentes tipos de gráficos, e reconhecer qual o gráfico mais apropriado para socializar uma determinada informação. Inclusive, não sabiam utilizar o aplicativo de elaboração de gráficos no laptop educacional UCA que utilizavam na sala de aula. Isso gerou um desconforto, pois os estudantes manifestaram o interesse de apresentar informações por meio de gráficos para facilitar a explicação do grupo e à compreensão dos demais estudantes da turma. Um estudante trouxe a questão: *“Como vou explicar sem o gráfico? Será que teremos que fazer o gráfico da quantidade de água consumida pela indústria, pela agricultura e no uso pessoal no Brasil em um cartaz? Vai demorar para fazer, não dará para fazer o cartaz no horário da aula, alguém terá que fazer sozinho em casa. E se alguém perguntar como convertemos os dados das tabelas em porcentagens? No nosso grupo ninguém sabe explicar”*.

A professora sugeriu para que os grupos continuassem a produzir os textos e os demais *slides* das apresentações, e que ela iria viabilizar na próxima aula as aprendizagens dos conhecimentos matemáticos para a elaboração de gráficos.

Deste modo, a professora alterou seu planejamento e iniciou a aula da semana seguinte abordando a importância de entendermos o significado das informações que podemos ler todos os dias nos diferentes meios de comunicação, que vêm muitas vezes acompanhadas de tabelas e gráficos de vários tipos. E cuja leitura e interpretação exigem determinados conhecimentos matemáticos. Após essa breve introdução, o grupo trabalhou com o conceito de tabela, compreendendo para que elas servem e em que tipo de informações são utilizadas. Os estudantes observaram que as tabelas são formadas por linhas e colunas, que as linhas estão dispostas na posição horizontal e as colunas na posição vertical. E que podemos fazer a interpretação de uma tabela, encontrando o resultado do cruzamento entre uma linha e uma coluna. Os estudantes perceberam que a visualização dos dados na tabela nos permite comparar suas informações e responder algumas questões relacionando os números que aparecem em suas linhas e colunas.

De acordo com Skvosmose (2008) no mundo contemporâneo é indispensável que saibamos tratar as informações, selecioná-las e usá-las com a maior competência. Ler o mundo é ler as informações que o circundam. Deste modo a professora compreendeu que ensinar a construir tabelas sem que primeiro os estudantes saibam lê-las é como ensinar o alfabeto sem saber a sua função.

Na continuidade foi trabalhado o conceito de gráfico, quais os tipos de gráficos que podemos encontrar no dia a dia, para que servem os gráficos, e a diferença entre gráficos e tabelas. Os estudantes reconheceram que o gráfico é uma representação por desenho ou figura geométrica e que são muito utilizados nos meios de comunicação. Por meio do gráfico é possível fazer a representação de fenômenos físicos, sociais, econômicos e biológicos. Foram trabalhados os conceitos de frequência, amostragem, variável, os tipos mais comuns de gráficos, que são os de colunas, setores e de linhas, e que antes da elaboração de um gráfico é necessário escolher qual tipo melhor se adapta à situação que queremos apresentar.

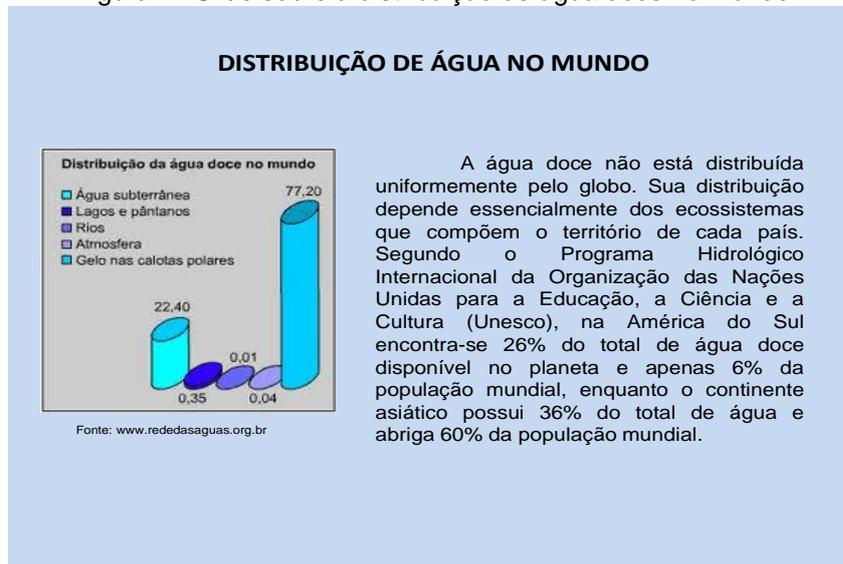
Os PCNS alertam que a finalidade desse conteúdo é que os estudantes aprendam a descrever e a interpretar sua realidade, e não apenas interpretar as representações gráficas.

“Na construção de gráficos é importante verificar se os alunos conseguem ler as informações neles representadas, Para tanto, pode-se solicitar que deem sua interpretação sobre os gráficos e propor que pensem em perguntas que possam ser respondidas a partir deles” (PCN, Volume 3, p.132).

A seguir encontra-se um dos slides da apresentação dos estudantes do Grupo 2 que apresentaram suas aprendizagens com relação às reservas de água doce no planeta com os percentuais da quantidade de água doce distribuída pelos continentes e países do planeta Terra.

Concomitantemente à identificação dos conteúdos matemáticos nas apresentações realizadas por este e pelos demais grupos, fez-se a contextualização dos conceitos matemáticos que seriam trabalhados, ao se fazer o reconhecimento da relação dos mesmos com as questões cotidianas e mais abrangentes da sociedade.

Figura 1 - Slide sobre a distribuição de água doce no mundo



Fonte: Dados da pesquisa.

Além do conceito de porcentagem, os estudantes do grupo dois apresentaram produções textuais com informações em tabelas, gráficos, medidas de capacidade, sistema monetário, frações, números decimais e porcentagens.

Ao comparar os conceitos matemáticos relativos aos dados selecionados pelos estudantes e os conteúdos do 3º trimestre da disciplina de Matemática da grade curricular do 5º ano da escola, observa-se que há uma aproximação entre

eles, porém o desafio da professora seria trabalhar esses conteúdos com os estudantes, em sala de aula, de modo diferente da forma como estava habituada, Para aplicar a metodologia da Modelagem necessariamente o planejamento e as ações pedagógicas não poderiam mais obedecer a sequência de conteúdos pré-determinada no currículo da disciplina de Matemática do 5º ano da escola e no uso preponderante do livro didático, como foi demonstrado nas respostas dos estudantes da turma.

Quadro 6 – Conteúdos do 3º trimestre do 5ºano do Ensino Fundamental.

	<p align="center">Conteúdos a serem trabalhados no 5º ano do E F</p> <p align="center">DISCIPLINA: MATEMÁTICA - 3º Trimestre – 2013</p>
<ul style="list-style-type: none"> - Resolução de situações problemas e desafios matemáticos envolvendo as quatro operações e algoritmos; - Estimativas e cálculo mental; - Frações (conceitos, operações e situações problemas); - Números decimais (conceito, operações e situações problemas); - Relações entre representações equivalentes (ex. $\frac{1}{2} = 0,5 = 50\%$); - Porcentagem; - Analisar informações contidas em tabelas, gráficos e mapas. - Sistema monetário; - Sistema Métrico Decimal: Grandezas e medidas 	

Fonte: Dados da pesquisa

Compreendendo que a construção de gráficos no laptop educacional - UCA, era uma aprendizagem relevante tanto para a Matemática como para as demais disciplinas, já que este era o suporte computacional acessível na sala de aula. A pesquisadora sugeriu à professora, que as questões da 2ª parte do questionário inicial, aplicado aos estudantes, no primeiro encontro, relativas à utilização da pesquisa e ao uso da tecnologia nas aulas de Matemática, poderiam subsidiar a aprendizagem da elaboração de gráficos no laptop – UCA. Além de contribuir com os dados para a realização dos gráficos, a visualização das respostas, por meio da representação gráfica, também poderia suscitar reflexões e discussões que contribuiriam para a análise das informações coletadas durante a pesquisa. A professora aceitou a proposta, pois os gráficos elaborados pelos estudantes, ainda poderiam servir como fonte de informação para os demais professores da escola.

Assim foi proposto aos estudantes realizar a tabulação das questões em uma das aulas de Matemática e que a partir dos dados obtidos seria trabalhada a construção de diferentes representações gráficas no computador para dar subsídios às apresentações de suas pesquisas nas aulas de Matemática e nas demais disciplinas.

Os estudantes ficaram motivados ao compreenderem que poderiam disponibilizar as suas opiniões como fonte de informações para outros estudos. O que foi considerado como uma evidência para a análise de dados da pesquisa.

Para o ensino e a aprendizagem da elaboração de gráficos, utilizando-se os computadores recebidos do Programa UCA, a professora e os estudantes receberam o apoio dos bolsistas do Programa Aulas Conectadas³³.

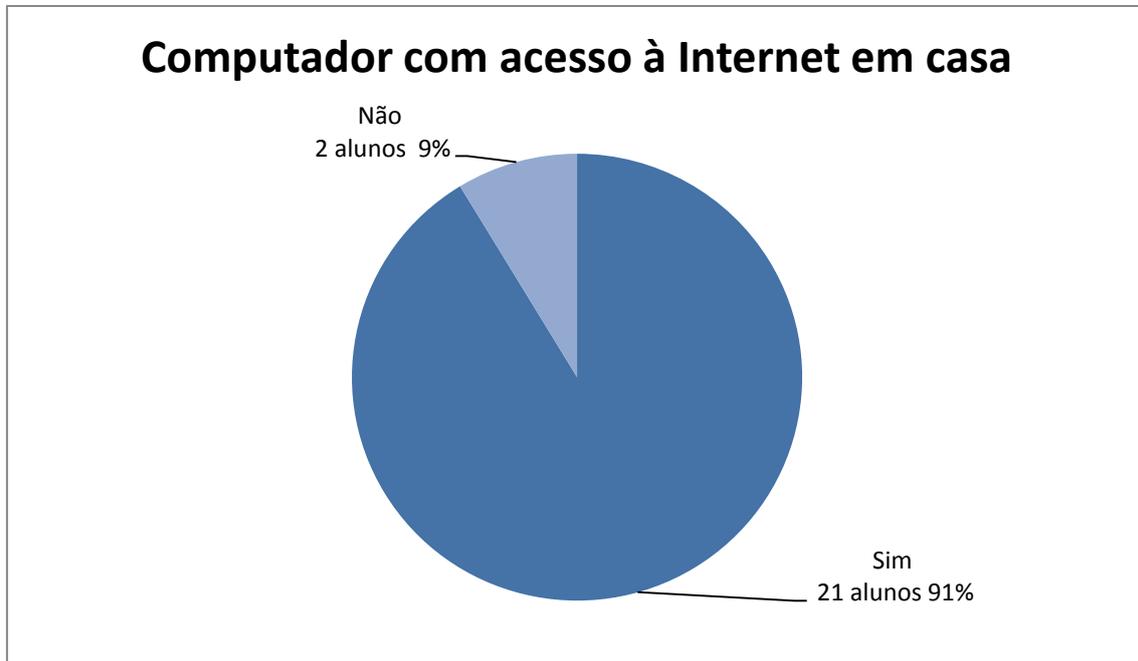
O diálogo investigativo propiciou o compartilhamento dos conceitos matemáticos e dos conhecimentos sobre a ferramenta do editor de gráficos no laptop educacional - UCA. Utilizou-se o projetor da sala de aula para a apresentação dos gráficos. Em tempo real os estudantes e a professora foram visualizando a representação gráfica das opiniões da turma com relação às seguintes questões:

1. Você tem computador com acesso à internet em casa? (ver figura 2)
2. Assinale os suportes você utiliza para acessar a Internet? (ver figura 3)
3. Quantas vezes por semana você acessa a Internet? (ver figura 4)
4. Como você utiliza o computador (para jogar; se comunicar; buscar informações funcionais sobre o trânsito; horário dos ônibus; previsão do tempo; realizar pesquisas escolares; realizar estudos complementares em casa)? (ver figura 5)
5. Assinale os recursos didáticos metodológicos utilizados nas aulas de Matemática. (ver figura 6)
6. Você faria aulas complementares utilizando a Internet além da sala de aula? (ver figura 7)

A seguir apresentam-se os gráficos construídos pelos estudantes com base nas respostas da turma relativas às questões mencionadas anteriormente. (Optou-se em deixar a formatação dos estudantes)

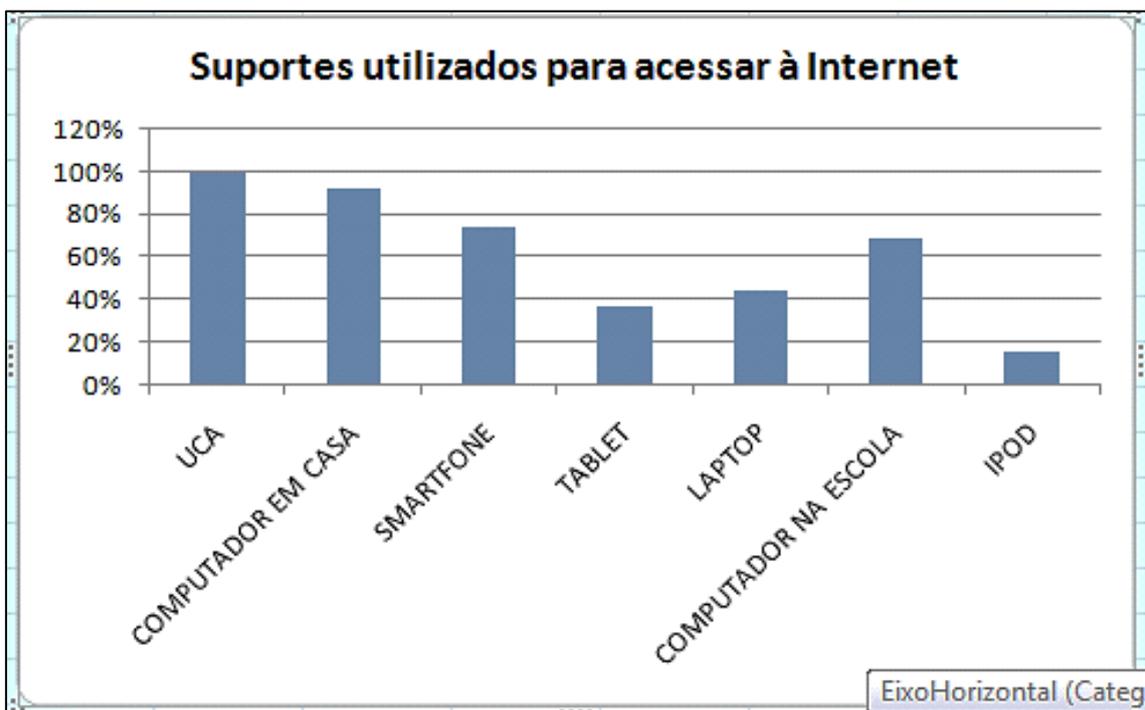
³³ Programa subsidiado pelo MEC para apoiar as ações das escolas inseridas no PROUCA.

Figura 2 – Gráfico elaborado pelos estudantes com as respostas da 1ª questão do questionário inicial aplicado à turma.



Fonte: Dados da pesquisa

Figura 3 – Gráfico elaborado pelos estudantes com as respostas da 2ª questão.



Fonte: Dados da pesquisa

Figura 4 – Gráfico elaborado pelos estudantes com as respostas da 3ª questão do questionário inicial aplicado à turma.

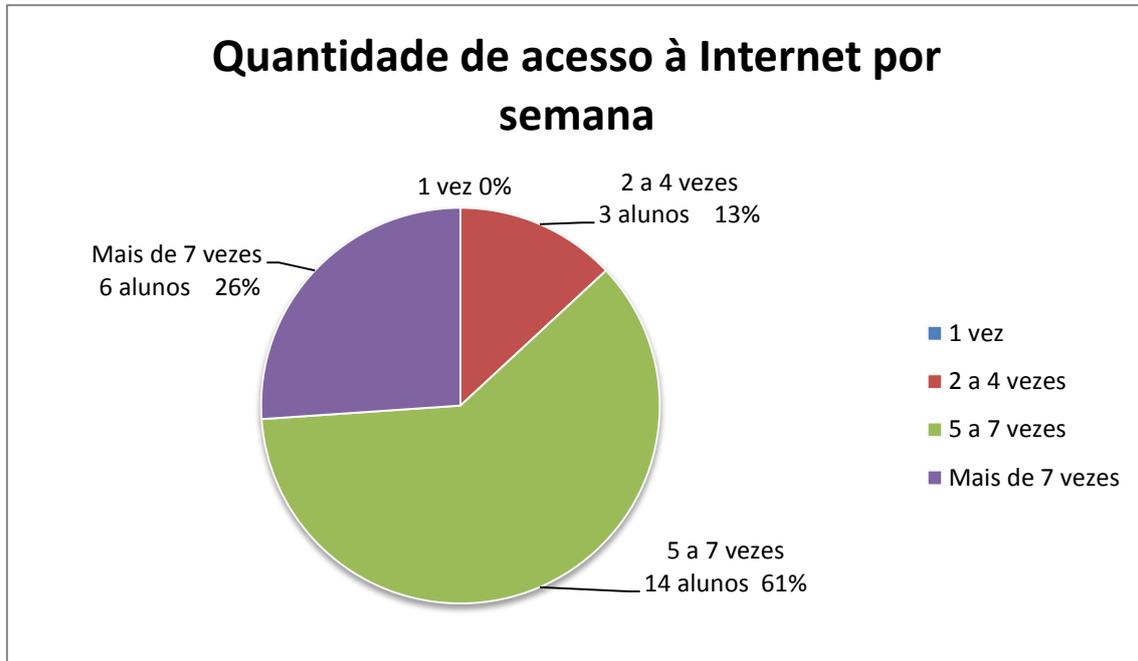


Figura 5 – Gráfico elaborado pelos estudantes com os dados da 4ª questão.

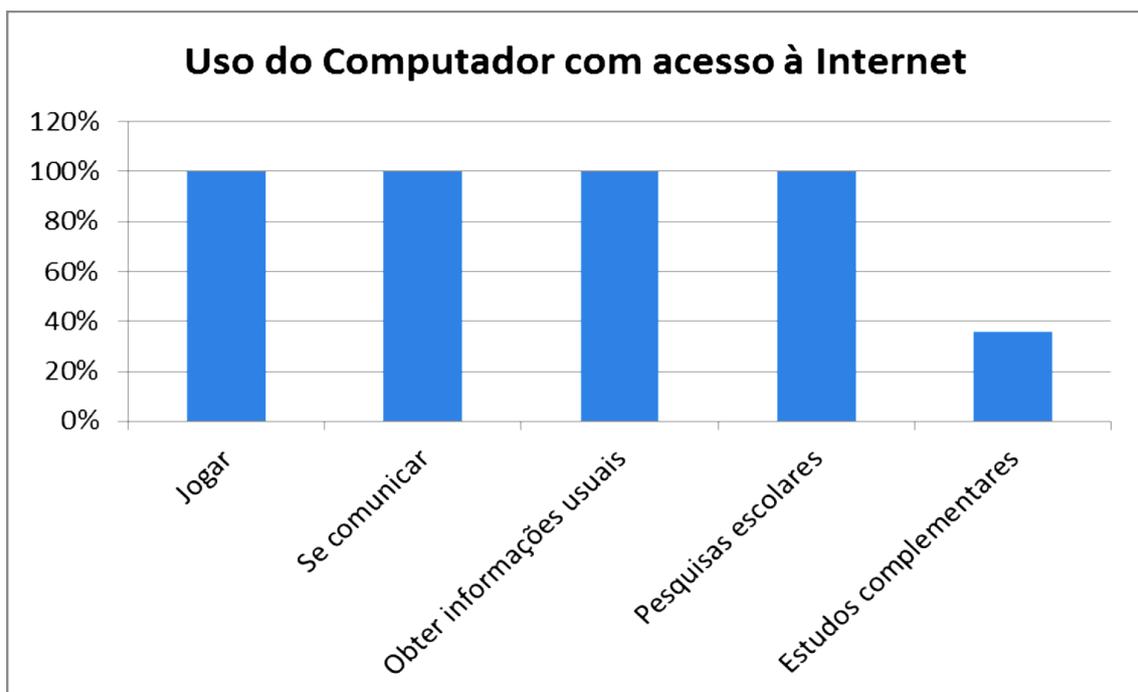
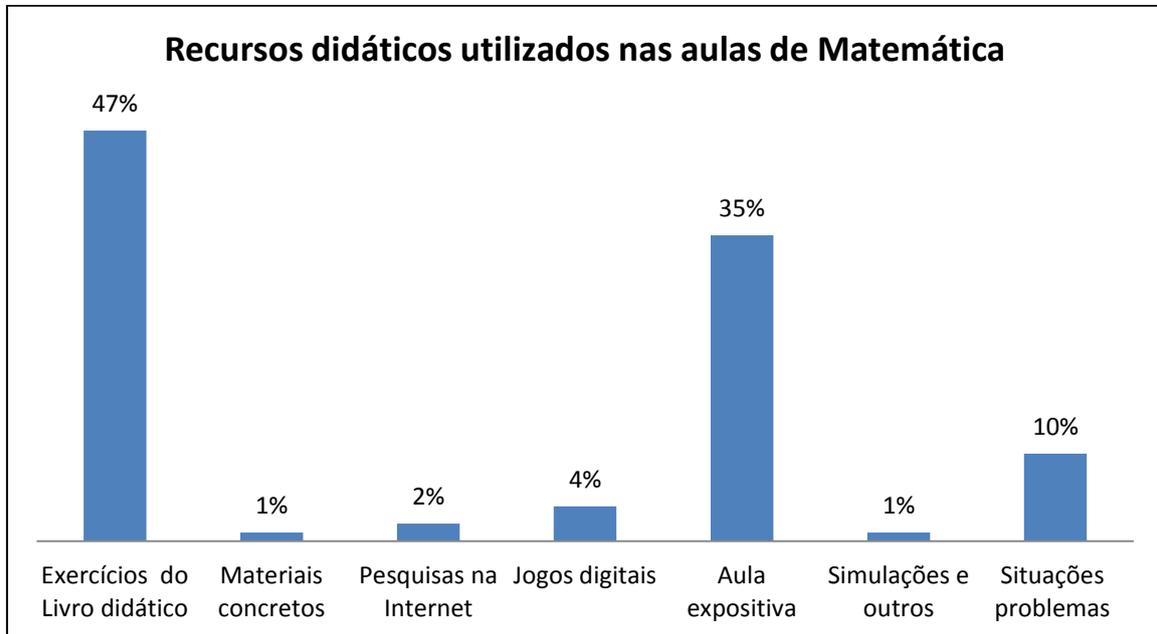
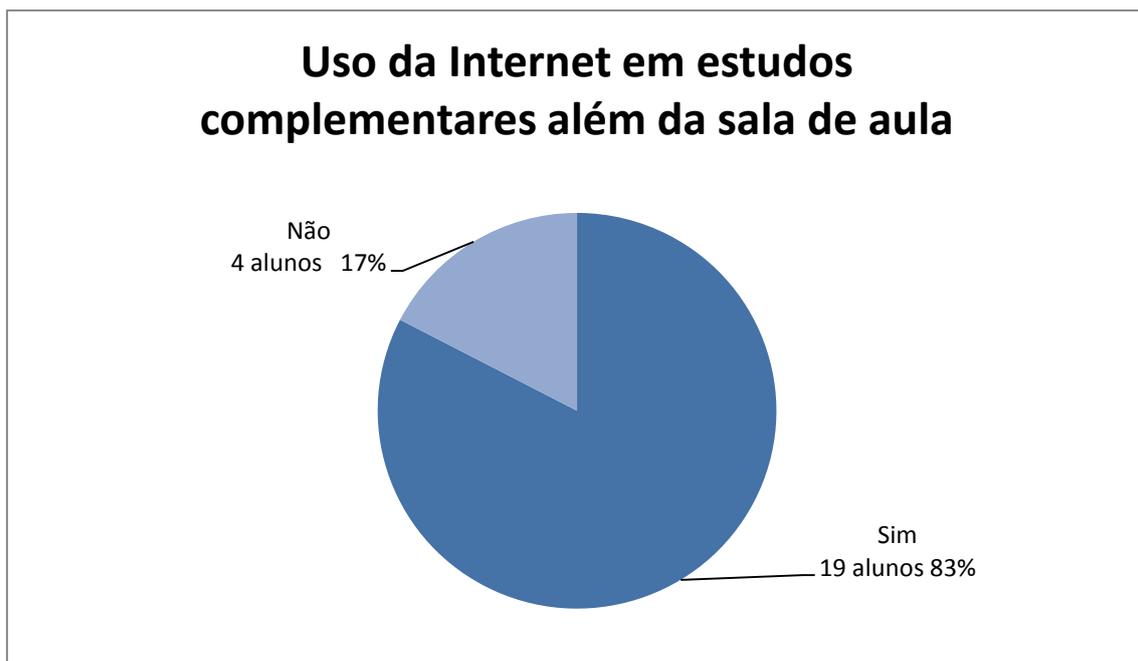


Figura 6 – Gráfico elaborado pelos estudantes com as respostas da 5ª questão do questionário inicial aplicado à turma.



Fonte: Dados da pesquisa.

Figura 7 – Gráfico elaborado pelos estudantes com os dados da 6ª questão.



Fonte: Fonte: Dados da pesquisa.

As respostas representadas nos gráficos demonstraram que a maioria dos estudantes da turma possuía computador com acesso à Internet em casa, mesmo possuindo o laptop educacional recebido do Programa UCA, com acesso à Internet. O que mostra a relevância da tecnologia no dia-a-dia desses estudantes. Apontam ainda, que os estudantes acessavam à Internet, por meio de outros suportes, de acordo com as suas necessidades e possibilidades.

Outra questão a considerar é a quantidade de acessos por semana, que também é no mínimo, razoável para a faixa etária dos estudantes (9 a 10 anos).

Desta forma, as informações dos gráficos suscitaram a reflexão do grupo sobre dois aspectos relativos à Informática.

- 1) A informática permite ao indivíduo conectar-se, a partir de qualquer ponto, com outro usuário que esteja em qualquer outro local, em tempo real, eliminando, assim, as barreiras de espaço e de tempo, para que a comunicação se estabeleça.
- 2) A informática associada às telecomunicações permite que os estudantes tenham acesso a essas informações, que elas sejam armazenadas ou trabalhadas de forma inteligente e transmitidas com muita rapidez. Também é possível, a qualquer usuário desta rede de telecomunicações, integrar às informações transmitidas, sons, textos escritos, fotos e vídeos.

As respostas dos estudantes também evidenciaram o interesse da turma pelas atividades desenvolvidas em sala de aula apoiadas pelo uso da informática e pela possibilidade do uso do laptop educacional para realizar estudos complementares além da sala de aula, atendendo às diferentes necessidades de cada estudante.

2ª Avaliação Processual com grupo:

A reflexão realizada pelo grupo, após a leitura e análises dos gráficos, revelou as percepções e as motivações dos estudantes e a consideração de novas possibilidades do uso do laptop educacional - UCA nas aulas de Matemática.

A professora compreendeu a importância da dimensão tecnológica inserida na proposta da Educação Matemática Crítica, que considera fundamental o uso da informática como fonte de informação e comunicação nas atividades de ensino e

aprendizagem da Matemática, a contribuição das tecnologias para a participação ativa dos estudantes na construção dos conhecimentos.

Para a professora as discussões suscitadas a partir de diferentes pontos de vista contribuíram para a ampliação da visão de mundo e das diversidades culturais existentes pela turma, e, acrescentou: *“Percebi que os estudantes prestaram mais atenção nas opiniões e argumentos dos próprios colegas.”* P(21/09/2013).

Na percepção da pesquisadora as reflexões e comentários dos estudantes propiciadas pela apresentação dos dados dos gráficos, e pela avaliação desta etapa demonstraram maior maturidade e indícios de cenários favoráveis à mudanças de atitudes no grupo na perspectiva da cidadania crítica e da democracia.

c) Elaboração das atividades investigativas

É nesta etapa que se inicia a ação matemática. A elaboração das atividades investigativas, a partir do levantamento das informações que têm relação com a Matemática demonstra a aplicação dos conteúdos matemáticos, e trazem sentido para aprendizagem.

Para Burak e Klüber (2008), inserir essas informações em questões que tenham coerência no contexto real constitui-se numa formação além da aprendizagem dos conteúdos matemáticos. E a atuação do professor como mediador é importante para que os estudantes elaborem questões que tenham significado, e demonstrem a interdisciplinaridade da Matemática com as demais áreas do conhecimento.

Assim, a partir da socialização das pesquisas realizadas pelos grupos de trabalho aos demais estudantes da turma com a utilização do projetor da sala, realizou-se o levantamento das informações relativas aos conteúdos matemáticos para a elaboração das atividades investigativas (ver Apêndice O).

Considera-se importante registrar que os grupos utilizaram em suas apresentações fotos, figuras, textos, músicas, desenhos, vídeos, animações e infográficos, entre outros recursos audiovisuais. A participação dos demais estudantes da turma durante a socialização de cada grupo foi evidenciada pelos questionamentos e contribuições realizadas.

Com as informações matemáticas selecionadas nos textos dos slides apresentados, partiu-se para a elaboração das atividades investigativas relacionadas ao contexto do tema “A água no Planeta Terra”, 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. E completa, o desenvolvimento da autonomia no estudante perpassa pela liberdade de conjecturar, construir hipóteses, analisar as situações e tomar decisões.

A intervenção 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:

“Foi uma experiência nunca antes vivenciada por mim como professora, fiz a mediação para a elaboração das hipóteses de resolução nos cinco grupos, ao mesmo tempo. E ainda tive que fazer algumas intervenções em relação às dificuldades de relacionamento que casualmente emergem nos trabalhos em grupo, foi bastante desafiador e difícil, mas também foi muito gratificante vê-los envolvidos, querendo saber o porquê de tudo.” P (02/10/2013)

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 a professora 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, após o interesse inicial, muitos estudantes começaram a desistir de tentar formular hipóteses ou mesmo contribuir com os colegas do próprio grupo. Neste momento a professora ora realizava inferências ou contribuía tentando fazer a aproximação dos estudantes aos conceitos matemáticos abordados, ora se distanciava para que as discussões acontecessem entre os próprios estudantes.

No encontro de estudo e planejamento com a pesquisadora, a professora mencionou as suas inseguranças com relação ao papel de mediadora, entre elas:

“O que servia para um grupo, não dava certo para o outro, tive que utilizar várias estratégias ao mesmo tempo, não costumo trabalhar assim, com vários conteúdos ao mesmo tempo.” P (02/10/2013)

“Fiquei insegura, se estava direcionando a elaboração das atividades, mas em alguns grupos foi preciso, os estudantes não estão acostumados a formular questões.” P (02/10/2013)

3ª Avaliação Processual das ações em sala de aula

Ao final das apresentações, realizadas em dois encontros, nas avaliações e nas reflexões com a turma, a professora fez algumas considerações sobre as apresentações de cada grupo, elogiando pontos positivos, pontuando dificuldades, e salientando o que precisaria ser reestruturado para as próximas atividades. A seguir estão dois registros da professora com relação às suas percepções:

“Percebi, que, por meio da elaboração dos gráficos, os estudantes de cada grupo conseguiram entender e compartilhar as informações de maneira clara aos demais estudantes da turma durante as apresentações.” (02/10/2013)

“Confesso que não esperava essa desenvoltura dos estudantes, fiquei surpresa com a quantidade de recursos que eles utilizaram nas apresentações dos slides, essas coisas de colocar música, animações e efeitos nem eu sei fazer.” P (02/10/2013)

Alguns estudantes também contribuíram com comentários sobre as ações desenvolvidas:

“Dá até para apresentar as pesquisas para as outras turmas”. (Aluna do G1, em 02/10/2013)

“Até que deu certo, mas foi muito difícil trabalhar em grupo”.. (Aluna do G3, em 02/10/2013)

“A Internet do colégio é muito lenta e toda hora cai, a gente teve que terminar depois da aula, não deu para fazer tudo na aula de Matemática.” (Aluna do G4, em 02/10/2013)

“Podemos compartilhar as apresentações, assim, todos da turma terão todos os textos e as produções elaboradas por cada grupo. (Aluno do G5, 02/10/2013)

Entretanto, esta etapa gerou novas inquietações por parte da professora, pois as informações que os estudantes trouxeram foram desafiadoras. Os estudantes, em seus grupos de trabalho perguntavam ao mesmo tempo para a professora informações sobre numerais com classe e ordem de grandezas maiores do que estavam acostumados a trabalhar; porcentagens; números decimais; frações; medidas de capacidade, e proporção. Isso demonstra a necessidade dos estudantes de aprenderem a “buscar” informações, conjecturar e construir hipóteses com autonomia. 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”.

Por isso, o presente estudo considera fundamental o uso do computador conectado no desenvolvimento das atividades em sala de aula. A diversidade de informações que podem ser acessadas e os inúmeros aplicativos que ele disponibiliza favorecem que numa mesma sala de aula sejam considerados diferentes percursos para que os estudantes possam desenvolver à autonomia em relação à busca de conhecimentos para se apropriar dos conceitos matemáticos.

Durante o desenvolvimento desta pesquisa os estudantes trabalharam nas aulas de Matemática os seguintes conteúdos: Interpretação das informações nos textos; Leitura, valor relativo e absoluto dos números naturais, uso e operações com os números naturais, conceito de fração, uso de frações no dia a dia, fração decimal, equivalência e comparação entre frações, conceito de números decimais, comparação, 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, simulações puderam trabalhar esses conceitos matemáticos de forma lúdica e interativa. Os diferentes modos de representação dos conceitos trabalhados foram disponibilizados pelo uso do computador conectado à Internet nas investigações realizadas em sala de aula, ampliando as possibilidades de compreensão dos conceitos trabalhados. Para ilustrar cita-se como exemplo a reta numerada virtual³⁴, que amplia o intervalo conforme o posicionamento do mouse sobre ela, oportunizando ao estudante visualizar os infinitos números fracionários e decimais que existem entre os números naturais, ou, ainda, a loja virtual³⁵ onde os estudantes podiam realizar compras colocando os produtos em um carrinho de supermercado virtual e depois teriam que calcular a soma dos produtos, o valor a ser pago, o troco,

³⁴ www.escolovar.org/mat.html

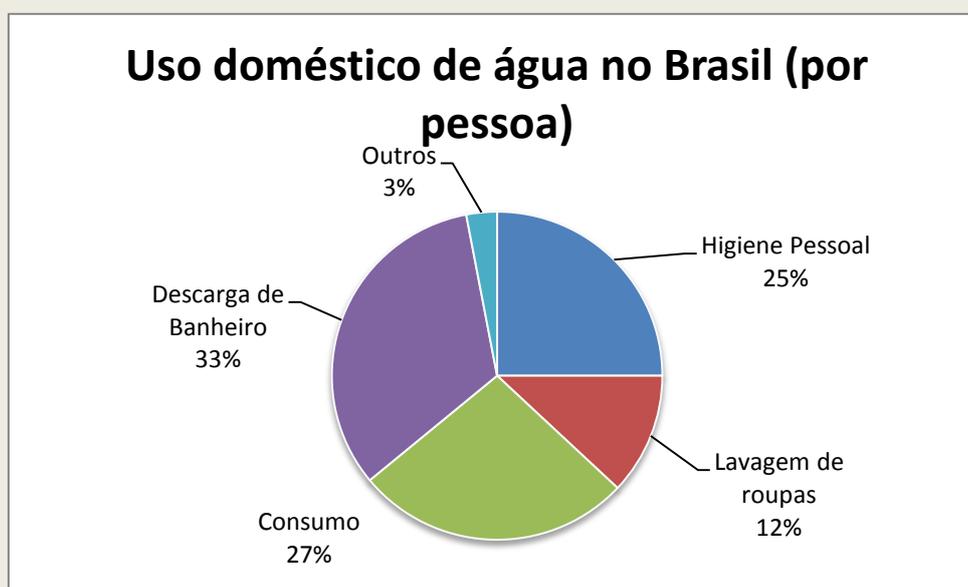
³⁵ <http://www.homerjogosgratis.com/jogo-gratis/aprender-numeros-decimais>

as relações entre o peso, medida e o valor a ser pago de cada produto. Acessados em sites livres de alfabetização matemática³⁶.

A seguir demonstra-se uma atividade desenvolvida com os estudantes em sala de aula com a mediação da professora e o uso do computador conectado.

Figura 8 – Atividade desenvolvida em sala de aula com o uso do computador conectado.

1 - No Brasil, cada pessoa consome, em média, 200 litros de água por dia. No gráfico abaixo, estão representados os dados referentes ao uso doméstico de água entre os brasileiros:



Fonte: Galileu, ano 12, n. 140. São Paulo, Globo, março /2013.

De acordo com os dados do gráfico e utilizando seus conhecimentos sobre porcentagem, resolva as situações a seguir com seu grupo de trabalho.

- No Brasil, quantos litros de água cada pessoa gasta por dia com:
 - A higiene pessoal / A lavagem de roupas / O consumo / A descarga de banheiro
- Faça uma simulação e estime o gasto diário médio em litros de água de uma família de 3 pessoas com a higiene pessoal.
- Agora, pesquise na internet o gráfico do consumo diário por pessoa recomendado pela UNICEF e calcule o gasto de uma família de 3 pessoas, o que você conseguiu a partir dos dados encontrados, registre a sua opinião.

Dados da pesquisa

³⁶ Como por exemplo: <http://www.colegioweb.com.br/matematica-infantil.html>

Abaixo demonstra-se duas atividades investigativas elaboradas pelos estudantes com a mediação da professora, destaca-se que neste primeiro momento, não foi possível exigir que todas as atividades investigativas elaboradas fossem abertas, posto que os estudantes estivessem apenas no início do trabalho com investigações, a professora compreendeu que essa seria uma competência a ser desenvolvida aos poucos. Todavia, as questões elaboradas contribuíram para a ideia de Matemática como processo e com a função de contribuir para a compreensão da realidade. As demais atividades elaboradas pelos grupos com a mediação da professora encontram-se nos apêndices desta dissertação. (ver Apêndice O)

Quadro 7 – Atividades Investigativas elaboradas pelos estudantes

- 1) Considerando que um chuveiro ligado por 15 minutos gasta aproximadamente 140 litros de água. Quantos litros de água serão gastos aproximadamente em:
 - a) 3 minutos
 - b) 7,5 minutos
 - c) 30 minutos
 - d) 1 hora

- 2) Considerando os dados da questão anterior, supondo que numa casa há 4 moradores e cada um deles gasta diariamente 15 minutos no banho, qual será aproximadamente a quantidade de água consumida nesta casa apenas nos banhos? E se os 4 moradores decidirem diminuir o tempo gasto em cada banho para 12 minutos, qual será a quantidade de água consumida? E quantos litros de água aproximadamente serão economizados?

Fonte: Estudantes do 5º ano participantes da pesquisa

d) Resolução das atividades investigativas:

(1ª tentativa)

Apesar das dificuldades apresentadas na etapa anterior, os estudantes e a professora sentiam-se desafiados pelas investigações propostas e estavam

motivados para o ensino e à aprendizagem dos conteúdos matemáticos. A professora propôs que os estudantes tentassem resolver as atividades investigativas em seus grupos de trabalho, e ela iria assessorar os grupos com as intervenções pedagógicas necessárias.

É importante salientar que no momento do planejamento deste encontro a professora já havia sinalizado que não estava habituada a deixar que os estudantes resolvessem questões sem que primeiramente fossem trabalhadas questões similares, ou mais simples, sobre determinado conceito matemático, para só então chegar a um nível de complexidade maior.

Entretanto, 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, pode-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 a partir dessas, chegar à formas mais complexas e elaboradas de abordar a questão posta.(BURAK, 2004)

Ao iniciar as tentativas de resoluções da primeira atividade proposta pela turma nos grupos de trabalho, 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 nem quiseram tentar formular uma hipótese de resolução, preferindo aguardar a apresentação dos outros grupos ou a validação pela turma da hipótese mais adequada.

A pesquisadora observou que alguns estudantes não demonstravam interesse pela atividade, apresentando uma postura de passividade, esperando pela apresentação das hipóteses dos demais grupos, ou de dependência em relação aos encaminhamentos sugeridos pela professora. O mesmo foi demonstrado nas demais etapas consideradas relevantes para a resolução das atividades investigativas.

De acordo com (Ponte, 2005) 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.

No entanto, alguns estudantes não demonstraram interesse durante a realização da atividade proposta pela professora de acordo com Ponte(2005). Em dois grupos só aconteceram algumas conjecturas após várias intervenções da professora, que ora sugeria uma hipótese, ora motivava os estudantes a elaborarem suas próprias hipóteses. Do mesmo modo, na justificação das hipóteses utilizadas pelos grupos, por meio da argumentação dos participantes, constatou-se que só alguns estudantes haviam participado ativamente do processo de construção do conhecimento da questão apresentada. Outros grupos nem tentaram, um estudante mencionou que a aula estava “*chata*”, outros desistiram de fazer em grupo e foram tentar possibilidades de resoluções sozinhos, outros ainda desistiram e ficaram aguardando para copiarem as respostas no momento da apresentação das hipótese dos demais grupos.

Como já estava se aproximando do término da aula, a professora optou em não fazer mais nenhuma intervenção e combinou com o grupo, que o trabalho teria continuidade no próximo encontro.

Esta falta de iniciativa e passividade dos estudantes não se caracteriza como uma questão apenas relativa à aprendizagem dos conteúdos matemáticos, mas, evidencia que alguns estudantes, não conseguiram identificar com quais conceitos ou algoritmos poderiam trabalhar e aguardaram passivamente qual a sequência de procedimentos a serem utilizados para resolver a atividade proposta. O que explicita 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.

4ª Avaliação Processual das ações em sala de aula:

As palavras que mais retratam o momento vivenciado pela professora na primeira tentativa de resolução das atividades investigativas pelos estudantes em sala de aula foram as que ela mesma proferiu no encontro de planejamento com a pesquisadora, onde ambas refletiram sobre as percepções sinalizadas no início das ações desta etapa da Modelagem Matemática “*Foi simplesmente um caos, eu não*

sabia o que fazer, deu vontade de sair correndo, aconteceu de tudo, alunos brincando, outros lendo livros de ficção, outros conversando, outros pedindo para ir ao banheiro, outros querendo que eu corrigisse as atividades investigativas na lousa antes de terminar a aula, quem estava tentando pensar, reclamava do barulho. Eu fiquei sem ação, nem sei como vai ser a próxima aula.” P(26/11/2013)

O desabafo da professora demonstra o desafio a ser enfrentado pelos professores no trabalho com investigações proposto por Skovsmose (2008), pois no paradigma do ensino tradicional o currículo e as situações a serem estudadas sempre seguem uma sequência linear, previamente determinada, da apresentação dos conteúdos aos estudantes. De acordo com o autor, no contexto das investigações o professor é chamado a desempenhar o seu papel de mediador entre o conhecimento do aluno e o conhecimento matemático já estabelecido.

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 na resolução das próximas atividades investigativas elaboradas pela turma. Foi preciso buscar auxílio em outros aportes teóricos, a professora e a pesquisadora, reportaram-se aos estudos de Barbosa (2003), voltados às experiências iniciais da inserção da Modelagem Matemática em contextos da Educação Básica. Para este autor, em alguns casos, quando os estudantes ainda não estão habituados ao trabalho com investigações é preciso primeiramente familiarizá-los a esta nova dinâmica, pois tanto os professores, como os estudantes tem o desafio de sair da condição cômoda de “seguidores” para serem “buscadores”. O autor sugere que os estudantes comecem incorporar o espírito investigativo iniciando-se o processo com atividades intermediárias que aos poucos vão desenvolvendo a capacidade de iniciativa e a autonomia necessária ao trabalho com investigações e sugere três situações, que ele denomina de casos, descritos a seguir:

Caso 1. O professor apresenta descrição de uma situação-problema, com as informações necessárias à sua resolução e o problema formulado, cabendo aos alunos apenas o processo de resolução [...].

Caso 2. O professor traz para a sala um problema de outra área da realidade, cabendo aos alunos a coleta das informações necessárias e a sua resolução [...].

Caso 3. A partir de temas não-matemáticos, os alunos formulam e resolvem problemas. Eles também são responsáveis pela coleta de informações e simplificação das situações-problema. É a via ao *trabalho de projetos* [...].

Segundo este autor, primeiramente os estudantes precisam se apropriar das capacidades de elaboração, diálogo investigativo e inquirição, para conseguirem sair da condição de “seguidores” e se tornarem “buscadores”. 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.

(2ª tentativa)

Após uma reflexão sobre as atitudes do grupo no encontro anterior, a professora propôs a resolução de uma atividade investigativa de cada vez, seguida da apresentação das hipóteses ou estratégias de solução de cada grupo. Se houvessem várias hipóteses de resolução, a turma escolheria a melhor estratégia para o contexto do tema. A professora demonstrou mais segurança e tranquilidade na condução das análises das questões.

Contudo, ainda houve estudantes que não participaram das discussões, por mais que a professora incentivasse a participação de todos. Neste momento foi interessante a fala da professora com relação ao erro, inspirada em uma afirmação de Burak (2004) *“O erro deve ser entendido como uma aproximação da verdade. É preferível o errar tentando construir uma de hipótese, do que dar uma resposta correta, emitida ao acaso, sem ser capaz de justificar o porquê da resposta dada, ou ainda quando, não se faz nenhum movimento para tentar resolver a situação-problema apresentada.”* P(06/12/2013)

e) Análise crítica das soluções das atividades investigativas

É neste momento que se discute, se analisa a solução ou as hipóteses de solução elaboradas pelos estudantes.

A argumentação, e a validação das possibilidades de soluções para as atividades investigativas possibilitam o aprofundamento dos conteúdos matemáticos com os aspectos não matemáticos envolvidos no tema da atividade investigativa abordada.

A mediação da professora perpassou desde os cuidados com a linguagem nas explanações dos estudantes, como a pontuação de algumas exceções ou procedimentos mais particulares utilizados para a resolução de uma atividade investigativa. Houve a valorização das soluções empíricas trazidas por alguns grupos e a apresentação de formas de resolução mais elaboradas. Foi um momento de comunicação e interação entre os grupos, de trocas de ideias e de reflexões.

Considera-se importante registrar que ao longo das apresentações das resoluções das atividades investigativas, a professora foi sinalizando a importância de registrar o desenvolvimento das ideias do grupo.

Entretanto no momento de apresentar o processo de resolução ou as estratégias utilizadas pelo grupo, o estudante que representava seu grupo limitava-se a apresentar oralmente o desenvolvimento das ideias e fazer o registro apenas do resultado ou de alguma parte do desenvolvimento. 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. A professora compreendeu que a elaboração do slide com o desenvolvimento das resoluções dos grupos contribuiria para a aprendizagem do grupo e da turma, pois poderia propiciar maior participação e ampliar a capacidade de argumentação dos estudantes, como também, oportunizar diferentes formas de representação de um determinado conceito matemático contribuindo para a aprendizagem do grupo.

Os 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.

No decorrer desta etapa eles avaliaram que ficou mais fácil, tanto para quem estava explicando, como para quem queria entender. Por meio do projetor, as apresentações das soluções ficaram mais dinâmicas e com o processo desenvolvido pelo grupo para encontrá-las. Sem precisar escrever novamente na lousa, os estudantes puderam socializar e compartilhar suas resoluções entre eles.

Na sequência apresenta-se a hipótese de resolução mais adequada escolhida pelos estudantes da primeira atividade investigativa (situação-problema) apresentada anteriormente no quadro 7, no momento da elaboração das atividades investigativas.

Figura 9 – Slide com a hipótese de resolução considerada mais adequada pelo grupo da atividade investigativa nº 1 do quadro 7 desta dissertação (p.105).

Situação-problema nº 1
Hipóteses de resolução Grupo B

140 ml

a) 3 é a 5ª parte de 15, ou seja: $15 : 5 = 3$, então:
 $140 : 5 = 28$ litros
Resp. Em 3 min serão gastos 28 litros de água.

b) $7,5 = 15 : 2$ Então em 7,5 min serão gastos 140 : 2 = 70 litros.

c) $15 - 3 = 12$ Então: $140 - 28 = 122$ litros
ou $3 \times 4 = 12$ Então: $4 \times 28 = 122$ litros

d) 30 min serão gastos : $140 \times 2 = 280$ litros

e) 1 hora: $140 \times 4 = 560$ ou $280 + 280 = 560$ litros
Resp. Em 1 hora serão gastos aproximadamente 560 litros.

Dados da pesquisa.

Nesta atividade foram trabalhados os conceitos de razão e proporção. 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 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.

Este 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. Outros grupos encontraram outras hipóteses de resolução, contudo como não é o foco deste trabalho analisar as diferentes estratégias de resolução dos 5 grupos de trabalho, optou-se apenas em demonstrar a melhor hipótese de resolução escolhida pela turma.

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 de discussão e análise das hipóteses de resolução .”* P(21/09/2013).

Figura 10 – Slide da hipótese de resolução considerada mais adequada da atividade investigativa nº 2 do quadro 7 desta dissertação (p.105).

Tarefa Investigativa nº 2
Hipóteses de resolução Grupo A

$140 \times 4 = 560$

a) Se os banhos forem de 15 min a quantidade de água gasta será de 560 litros.

b) $12 \text{ min} = 15 \text{ min} - 3 \text{ min}$, Então: $140 - 28 = 122 \text{ l}$

c) Se os banhos forem de 12 min a quantidade de água consumida nos banhos será de 488 litros.

$122 \times 4 = 488$ $560 - 488 = 72 \text{ l}$

Serão economizados 72 litros aproximadamente.

Dados da pesquisa.

A atividade apresenta uma situação de proporcionalidade, com grandezas diretamente proporcionais, quando o tempo do banho aumenta, o consumo de água também aumenta. A professora propôs para a turma a construção de uma tabela relacionando diferentes tempos de banho à quantidade de água gasta, como por exemplo: E se o banho fosse de 9 min, quanto seria o consumo de água? E se fosse de 6min qual seria o consumo de água? Os estudantes discutiram ainda, a partir desta atividade, situações onde as grandezas são inversamente proporcionais. Outra questão a considerar nesta atividade é o uso da palavra “aproximadamente”, pois como na questão anterior os estudantes analisaram que a quantidade de água gasta também está relacionada à pressão da água. As discussões realizadas na análise das resoluções auxiliaram os estudantes a entender que em um mesmo edifício a pressão da água no 1º andar é diferente do que no último andar, e que a pressão da água também pode variar de acordo com a distância entre as residências e o reservatório da distribuidora de água.

A análise das soluções dos diferentes grupos de trabalho propiciou novas conjecturas e trouxe para a discussão coletiva outras possibilidades de resolução. Para tanto foi preciso que a professora considerasse em seu planejamento, um espaço da aula que permitisse aos estudantes a troca dos percursos de elaboração das suas hipóteses e a aprendizagem de novas estratégias de resolução. Os estudantes foram estimulados a retomar a pergunta inicial e verificar se a resposta obtida estava coerente com a questão da situação problema. As discussões e análises dos grupos sobre esta atividade oportunizaram à professora a elaboração de outras estratégias para realizar suas intervenções pedagógicas nas próximas atividades, como ela descreveu no seguinte relato: *“Pedi para que os alunos grifassem a parte do texto que não entenderam e trazê-la para a discussão coletiva. Este processo ajudou os alunos a perceberem o que é importante considerar em uma atividade investigativa para que ela possa ser compreendida”*. (P 26/11/2013)

A professora também avaliou que as demais etapas oportunizadas na aplicação da metodologia da Modelagem contribuíram para uma mudança na sua ação pedagógica, no sentido de ouvir mais as considerações dos estudantes, fazer as intervenções de forma menos diretiva, conceber o “erro” como parte do processo da aprendizagem. E essa mudança na sua prática pedagógica favoreceu a

participação dos estudantes no processo de elaboração, resolução e análise dos conhecimentos trabalhados propiciando maior compreensão mais aprendizagem. Como pode se observado no relato a seguir: *“A metodologia exigiu uma mudança na minha prática pedagógica e essa mudança refletiu na participação dos estudantes. O fato de considerar o erro como parte do processo de aprendizagem permitiu maior compreensão e aprendizagem dos conceitos matemáticos”*. (P 26/11/2013)

4.2.3 Sobre a construção do modelo

No Ensino Fundamental, e em especial, nos anos iniciais, o trabalho com os modelos matemáticos, não é uma condição obrigatória. A maioria dos conteúdos trabalhados, nesse nível de escolaridade, já possui modelos constituídos e validados. Entretanto, a confecção experimental de um modelo, é muito interessante e permite aos estudantes desse nível da Educação Básica alcançar objetivos tais como: conjecturar, levantar hipóteses, experimentar, refletir, desenvolver a autonomia e a capacidade de buscar novas estratégias.

Nesta experiência, o modelo constituiu-se na elaboração de uma situação aberta, construída pelos estudantes e a professora que foi utilizada para o ensino e a aprendizagem nas aulas de Matemática, de conteúdos matemáticos estudantes. E depois, por sugestão de um estudante, e apoiada pelo grupo, foi trabalhada com famílias da turma numa reunião de pais e responsáveis, foi o caminho que o grupo encontrou para responder a problemática inicial da experiência de inserção de Modelagem na sala de aula (ver Apêndice P).

Assim, respondendo a problemática levantada inicialmente pelo grupo *“De que forma os estudantes do 5º ano poderiam contribuir para diminuir o desperdício da água no planeta Terra?”*

Os estudantes optaram utilizar os conteúdos matemáticos e os conhecimentos construídos pela turma para conscientizar os próprios familiares das consequências do desperdício da água potável no planeta Terra.

Deste modo os familiares dos estudantes foram convidados a resolver junto com os filhos, os estudantes do 5º, sujeitos desta pesquisa, uma atividade investigativa sobre o consumo aproximado de água da sua família por um dia e após fazer uma comparação com o consumo recomendado pela ONU para refletirem sobre o quanto poderiam reduzir o consumo de água por um dia e a seguir, por um mês. Ficou acordado entre o grupo que os pais que não puderam comparecer, o trabalho iria ser desenvolvido da mesma forma em suas residências.

4.3 3ª ETAPA DA PESQUISA-AÇÃO: A AVALIAÇÃO

Na pesquisa-ação a avaliação perpassa todo o processo. Assim, em cada encontro foi oportunizado ao grupo momentos de avaliação e de reflexão com relação às potencialidades e dificuldades oportunizadas pela inserção da Modelagem Matemática no ensino e na aprendizagem, à prática pedagógica, às mudanças na dinâmica em sala de aula, à construção do conhecimento na sala de aula, à mudança de concepção e de atitude em relação à Matemática e à aprendizagem dos conhecimentos matemáticos.

Ao final de cada etapa do desenvolvimento da metodologia da Modelagem Matemática, a pesquisadora, em conjunto com a professora, refletia sobre o trabalho desenvolvido visando à reorientação das ações da pesquisa, subsidiadas pelas evidências observadas e pelos depoimentos do grupo ao final de cada encontro

Para a avaliação final, além da realização da 2ª entrevista com a professora, a pesquisadora propôs a realização de um encontro com o grupo para aplicar um 2º questionário para coletar as considerações finais dos estudantes com o objetivo de subsidiar a análise dos dados da pesquisa. As questões semiestruturadas seguiram os moldes do 1º questionário aplicado aos estudantes na primeira etapa da pesquisa, foram respondidas individualmente e tabuladas pelos próprios estudantes. E a 2ª parte do questionário, composta por questões abertas foi respondida pelos estudantes reunidos em seus grupos de trabalho.

Assim, as respostas individuais dos estudantes às ações desenvolvidas nas aulas de Matemática aliadas ao uso do computador com acesso à Internet foram tabuladas novamente pelos próprios estudantes, representadas graficamente, e socializadas à turma por meio do projetor. As questões respondidas, tabuladas, apresentadas e discutidas pela turma foram:

1. O uso do computador com acesso à Internet nas aulas de Matemática tornou as aulas de Matemática mais interessantes? (ver figura 11)
2. A Pesquisa com o uso do computador com acesso à Internet nas aulas de Matemática tornou os conteúdos matemáticos mais contextualizadas? (ver figura 12)
3. O uso do computador com acesso à internet nas aulas de Matemática contribuiu para enriquecer as pesquisas e as discussões sobre os temas trabalhados, contribuindo para a interdisciplinaridade da Matemática? (ver figura 13)
4. Você gostaria de aulas de matemática com uso do computador com acesso à Internet para a utilização em pesquisas e em outras ações desenvolvidas na sala de aula? (ver figura 14)

Dentre as respostas obtidas 94% dos estudantes afirmaram que o uso da pesquisa com o uso do computador com acesso à Internet tornou as aulas de Matemática mais interessantes, 96% dos estudantes afirmaram que o uso do computador com acesso à Internet nas aulas de Matemática contribuiu para contextualizar os conteúdos matemáticos, 96% admitiram que a pesquisa com recursos da Internet contribui para a percepção da interdisciplinaridade da Matemática, e 100% dos estudantes gostariam de aulas de matemática com uso do computador com acesso à Internet para a utilização em pesquisas e em outras ações desenvolvidas na sala de aula.

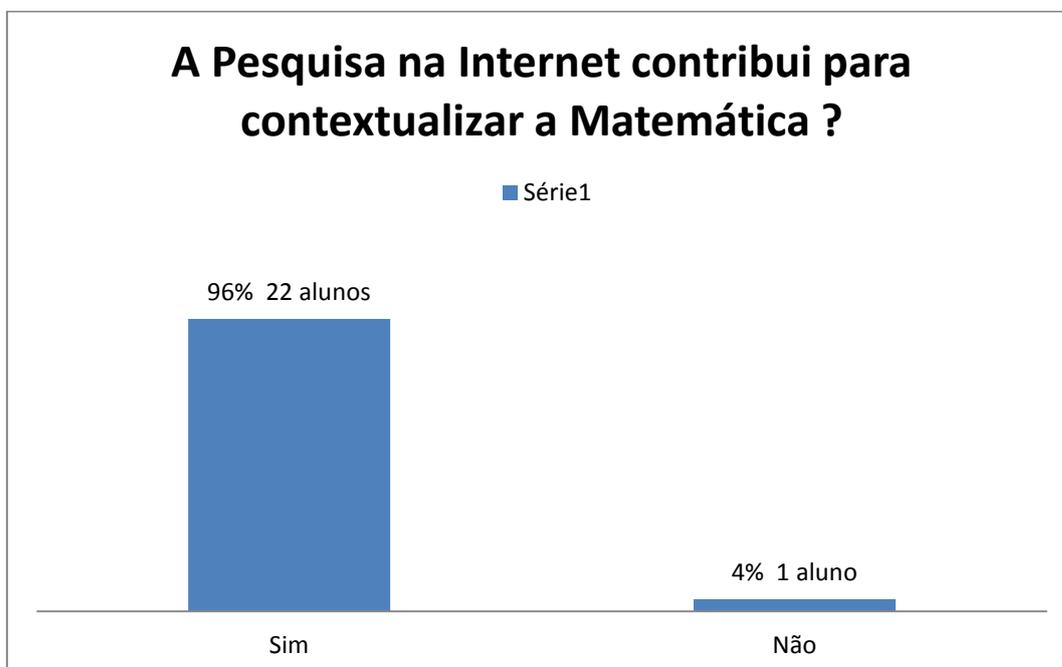
As figuras a seguir mostram as representações gráficas realizadas pelos estudantes, com a tabulação das respostas do questionário final aplicado aos estudantes, optou-se em deixar a formatação escolhida pelos estudantes.

Figura 11 – Gráfico elaborado pelos estudantes com as respostas da 1ª questão questionário final.



Fonte: Dados da pesquisa.

Figura 12 – Gráfico elaborado pelos estudantes com as respostas da 2ª questão do questionário final.



Fonte: Dados da pesquisa.

Figura 13 – Gráfico elaborado pelos estudantes com as respostas da 3ª questão do questionário final.



Fonte: Dados da pesquisa.

Figura 14 – Gráfico elaborado pelos estudantes com as respostas da 4ª questão do questionário final



Fonte: Dados da pesquisa.

A apresentação da representação gráfica das respostas dos estudantes contribuiu para subsidiar as discussões entre o grupo sobre o uso do computador para apoiar as atividades nas aulas de Matemática, que, conforme foi demonstrado nos gráficos do 1º questionário aplicado aos estudantes, praticamente não era utilizado nas atividades em sala de aula. Os gráficos ajudaram o grupo a refletir e comparar as atividades desenvolvidas nas aulas de Matemática antes e depois da experiência oportunizada por esta pesquisa, e a professora, em especial, expressou ter se conscientizado da relevância do uso das tecnologias digitais para a aprendizagem dos conceitos matemáticos por despertar o interesse dos estudantes no processo de apropriação e construção dos conhecimentos em sala de aula. A pesquisadora também contribuiu sinalizando que as novas tecnologias digitais embora estejam presentes no cotidiano dos estudantes, na maioria das vezes não são utilizadas para desenvolver a prática compreensiva e a criticidade deles e esta é uma das funções da escola, senão a mais importante delas.

4.4 4ª ETAPA DA PESQUISA-AÇÃO: A REFLEXÃO

A reflexão realizada pelo grupo, após a leitura e análises dos gráficos da primeira parte do questionário final, reforçaram as percepções iniciais dos estudantes em relação ao uso dos recursos da Internet nas aulas de Matemática.

As respostas dos estudantes demonstraram que grande parte da turma considerou que o uso do computador com acesso à Internet tornou as aulas de Matemática mais interessantes por meio da contextualização dos conteúdos matemáticos e contribuiu para a percepção da interdisciplinaridade da Matemática com as demais áreas do conhecimento ao utilizarem o laptop educacional UCA em suas pesquisas em sala de aula. Outro aspecto a considerar foi a confirmação dos estudantes pela utilização da pesquisa aliada à tecnologia, com o suporte do laptop educacional UCA.

A apresentação das respostas dos estudantes por meio do projetor contribuiu para que professora compreendesse a relevância da tecnologia para a participação, a comunicação, a busca de informações e a produção de conhecimento pelos

estudantes nas ações desenvolvidas durante as aulas de Matemática ao longo da pesquisa.

Para a pesquisadora as reflexões e comentários dos estudantes e da professora propiciadas pela apresentação dos dados dos gráficos, sinalizaram mudanças de concepção do grupo em relação à Matemática e à aprendizagem dos conteúdos matemáticos. E as discussões suscitadas pelas apresentações, demonstraram um cenário de cidadania e democracia nas relações entre eles.

Após a reflexão das questões da primeira parte do questionário final aplicado aos estudantes, foi sistematizada a aplicação da segunda parte, que foi respondida pelos estudantes distribuídos em seus grupos de trabalho por um período aproximadamente de 30 minutos e cujo conteúdo das respostas qualitativas integram o corpo dos dados desta pesquisa.

A dinâmica utilizada, para a coleta destes dados, segundo a professora, além de contribuir para o desenvolvimento da autonomia de pensamento dos estudantes, favoreceu a participação destes nas discussões, pois em seus grupos sentiram-se mais seguros para compartilhar suas percepções sobre a experiência de Modelagem vivenciada nas aulas de Matemática.

Ao término deste momento de coleta de dados alguns estudantes, de modo espontâneo explicitaram suas percepções com relação à experiência de Modelagem Matemática que vivenciaram ao longo da pesquisa. Essas manifestações orais foram caracterizadas como depoimentos e integram o conjunto de transcrições das percepções dos estudantes sobre a inserção da Modelagem nas aulas de Matemática. (ver Apêndice Q)

5. A ANÁLISE FINAL DOS DADOS DA PESQUISA

Esta análise está ancorada no diálogo dos referenciais teóricos que dão fundamentação a esta pesquisa, e na triangulação dos conteúdos dos registros das percepções da pesquisadora relativas às ações desenvolvidas; dos conteúdos das duas entrevistas com a professora; e dos conteúdos das respostas qualitativas dos questionários aplicados aos estudantes.

Para atender o objetivo geral desta pesquisa que é analisar os impactos da inserção da Modelagem Matemática, em uma perspectiva de Educação Matemática Crítica, nas relações de ensino e aprendizagem de uma turma do 5º ano do Ensino Fundamental, foi necessário observar as ações, e, registrar as reflexões dos estudantes e da professora de uma turma do 5º ano do Ensino Fundamental nas aulas de Matemática, em relação à diferentes aspectos, antes e a partir da inserção da Modelagem Matemática no dia a dia da sala de aula.

Fizeram parte desta análise os momentos de preparação e planejamento com a professora, e a observação das ações desenvolvidas com os estudantes para a inserção da Modelagem Matemática em sala de aula.

Conforme acordado com o grupo, foram utilizados códigos para fazer referência aos grupos de trabalho, a fim de evitar identificação. Assim, na transcrição de seus depoimentos, foram codificados pelas letras: A, B, C, D e E. Para identificar os conteúdos das transcrições referentes à professora utilizou-se a letra P.

Considera-se importante mencionar que os instrumentos de coleta de dados foram elaborados com a finalidade de buscar evidências e indicadores que estivessem direcionados para atender os objetivos específicos da pesquisa e responder à problemática inicial, sendo assim, foram consideradas inicialmente cinco categorias de análise, subsidiadas pelos eixos de análise descritos no quadro a seguir:

Quadro 8: Eixos para análise dos dados

Objetivo geral do Trabalho	
<ul style="list-style-type: none"> ○ Analisar como a inserção da modelagem Matemática, na perspectiva crítica, impactou nas relações de ensino e aprendizagem de uma turma do 5º ano do Ensino Fundamental. 	
Eixo:	Objetivos específicos atendidos:
<ol style="list-style-type: none"> 1. Potencialidades e dificuldades percebidas na experiência com a inserção da Modelagem Matemática na sala de aula. 2. Mudanças na prática pedagógica: <ol style="list-style-type: none"> a) No planejamento das aulas; b) Na sala de aula. 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Avaliar como a inserção da Modelagem Matemática, em uma perspectiva crítica, mobilizou a professora para o ensino da Matemática.
<ol style="list-style-type: none"> 3. Mudanças na dinâmica da sala de aula: <ol style="list-style-type: none"> a) Na relação entre a professora e os estudantes; b) Na relação entre os estudantes. 4. Mudanças na construção do conhecimento em sala de aula na perspectiva da EMC: <ol style="list-style-type: none"> a) Participação dos estudantes na realização das atividades; b) Desenvolvimento da autonomia e da criticidade; c) Aprendizagem dos conceitos matemáticos; e d) Uso da tecnologia. 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Avaliar como a inserção da Modelagem Matemática, em uma perspectiva crítica, mobilizou os estudantes para aprendizagem da Matemática.
<ol style="list-style-type: none"> 5. Mudanças da cultura da Matemática e da aprendizagem da Matemática nos estudantes e na professora: <ol style="list-style-type: none"> a) Atitudes; b) Discurso. 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Identificar atitudes e concepções dos estudantes e da professora que evidenciam transformações em relação à Matemática e à aprendizagem da Matemática.

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, assim precisa potencializar discussões, reflexões e a socialização de saberes entre os estudantes.

Para Skovsmose (2008), o uso dos computadores em ambientes de aprendizagem pode ser caracterizado como cenário para investigação desde que esteja associado ao diálogo, potencializando a comunicação e a interação.

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 ações desenvolvidas em sala de aula.

Eixo 1: Potencialidades e dificuldades percebidas na experiência com a inserção da Modelagem Matemática na sala de aula.

Para identificar as potencialidades e dificuldades da inserção da Modelagem Matemática na sala de aula no contexto dos anos iniciais, optou-se em fazer um paralelo entre as percepções evidenciadas nesta pesquisa e os estudos de Burak (2004) a respeito da Modelagem Matemática no Ensino Médio e nos Anos Finais do Ensino Fundamental.

Desta forma, fez-se a análise dos conteúdos das percepções dos estudantes, da professora e da pesquisadora ao longo das etapas desenvolvidas para a inserção da Modelagem Matemática em sala de aula, de acordo com as pesquisas de Burak (2004) descritas a seguir: a) Escolha do tema; b) Pesquisa-exploratória; c) Levantamento dos dados; d) Elaboração das atividades investigativas, e e) Resolução e análise das soluções. Considera-se importante registrar que estas etapas não acontecem uma após a outra de modo linear, podendo algumas delas, inclusive, acontecerem simultaneamente.

Cabe salientar ainda, que para Burak (2004) não é necessariamente obrigatória, na Educação Básica, 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 às suas aprendizagens ao longo do trabalho desenvolvido.

Os dados coletados das percepções dos estudantes, da professora e da pesquisadora relativas à materialização das aprendizagens da turma, concebidas neste contexto como uma representação do modelo matemático, também compõem o corpo desta análise.

Após a análise dos dados coletados ao longo do desenvolvimento das etapas mencionadas fez-se uma síntese das potencialidades e dificuldades sinalizadas.

Evidências oriundas dos instrumentos da professora, dos estudantes e da pesquisadora em relação à:

a) Escolha do tema

Na experiência de Modelagem proposta por este estudo são os estudantes que escolhem o tema ou o objeto de estudo a ser investigado, a partir do qual serão levantados os conteúdos matemáticos a serem trabalhados nas aulas de Matemática.

Em sua primeira entrevista, a professora do 5º ano relatou como costumava iniciar o trabalho de um conteúdo matemático com os estudantes:

“Em geral, parto dos exemplos sugeridos pelo livro didático, faço algumas demonstrações e introduzo novos conceitos. Depois, em grupo ou individualmente, os alunos realizam os exercícios propostos pelo livro didático.” P (20/082013)

De acordo com a percepção da pesquisadora a escolha do tema pelos estudantes, provocou certa ansiedade na professora, confirmando o que Burak (2004) já constatou em seus estudos. Segundo este autor, o fato de um tema inicialmente não ter muito a ver com a Matemática pode, despertar no professor alguma “ansiedade”, algum temor por suscitar dúvida se há matemática no tema e ainda, qual matemática poderá ser desenvolvida? Essas questões fazem parte do cotidiano escolar, principalmente nas escolas que têm como meta o cumprimento de um programa com determinados conteúdos matemáticos.

Esta percepção fica evidenciada no relato da professora ao término da aula onde foi realizada a escolha do tema pelos estudantes:

“Vai ser um grande desafio para mim, sinceramente estou preocupada, como vou trabalhar os conteúdos matemáticos a partir do tema água? Anteriormente já havia sugerido à turma outros temas que de acordo com o meu entendimento estariam mais próximos dos objetivos dos conteúdos do 2º semestre de 2013, da mesma forma não sei se irei conseguir motivá-los e mobilizados para participar dos trabalhos durante todo o período de desenvolvimento da pesquisa”. P (22/08/2013)

Entretanto, a possibilidade de poder participar da escolha do tema, suscitou nos estudantes maior interesse e envolvimento na aula de Matemática. O que foi percebido nos relatos dos estudantes na roda de conversa ao final do 2º encontro:

“Foi legal quando o grupo opinou, votou e a maioria da turma escolheu o tema da Água no planeta Terra, não sabíamos muito bem o que a questão da falta de água tinha a ver com a Matemática, mas estávamos motivados, curiosos para saber o que viria depois”. (20/08/2013)

“No início foi sugerido outros temas, mas depois o grupo foi entrando em acordo e houve a escolha do tema da água, foi respeitada a decisão da maioria, não deu briga, a gente entendeu e aceitou”. (20/08/2013)

Para Burak, a escolha do tema pelos estudantes, faz com que estes se sintam valorizados, ao perceberem que suas opiniões e vivências foram consideradas. Estes deixam de ser meros espectadores em relação às próprias aprendizagens e passam a serem corresponsáveis por elas. Essa ação se efetiva à medida que estes se inserem na atividade por decisão própria, a partir do momento em que percebem que suas conjecturas são relevantes para a ação que está sendo desenvolvida.

Posteriormente, nos encontros de estudo e planejamento com a pesquisadora, a professora reconheceu que a escolha do tema pela turma provocou diferenças com relação ao envolvimento dos estudantes. Como ficou evidenciado no seguinte comentário:

“A escolha do tema contribuiu para ampliar o interesse dos estudantes ao trazer para a sala de aula discussões sobre as questões que eles estavam vivenciando”. P (01/09/2013)

b) Pesquisa-exploratória

Nessa etapa, segundo Skovsmose (2008) faz-se o convite aos estudantes para participarem de forma ativa na construção dos conhecimentos na sala de aula, que para o autor passa a se constituir em um cenário para investigação.

De acordo com os registros da pesquisadora, a professora assumiu o papel de articuladora de ideias, contribuiu apontando algumas possibilidades sobre os sites ou caminhos para iniciar a busca, pesquisou junto com os estudantes, incentivou e estimulou a curiosidade e a criatividade dos estudantes. A sua participação foi importante para que o tema fosse abordado em diferentes aspectos favorecendo a percepção da interdisciplinaridade da Matemática com as demais áreas do conhecimento.

Nas respostas da sua 2ª entrevista, a professora afirmou que as ações desenvolvidas nesta etapa contribuíram para a ampliação do vocabulário e a visão de mundo dos estudantes. Proporcionando a realização de uma leitura crítica sobre as problemáticas da sociedade e a contextualização dos conteúdos matemáticos O que pode ser evidenciado a seguir:

“Sim, com certeza, a pesquisa exploratória amplia o vocabulário e a visão de mundo dos estudantes, favorece a contextualização dos conteúdos matemáticos, contribui para a imersão dos estudantes nos problemas da sociedade, levando-os a realizar uma leitura crítica sobre os acontecimentos”. P(21/12/2013)

Os estudantes, ao responderem o 2º questionário, demonstraram a percepção de que a pesquisa exploratória na aula de Matemática oportunizou o diálogo, a comunicação e a participação da turma nas ações propostas. Como podemos verificar nas respostas abaixo:

“A pesquisa-exploratória favoreceu o diálogo, a comunicação e isso é legal, estimula a nossa participação. Grupo A (16/12/3013)“.

“Aprendemos a pesquisar com mais reflexão também nas demais disciplinas, tem muita informação, tivemos que selecionar o que contribuía para a nossa questão problema”. Grupo D (16/12/2013).

Os relatos da pesquisadora, da professora e dos estudantes confirmam a afirmação de Burak (2004), de que a Modelagem Matemática, na perspectiva sócio crítica, faz com que os estudantes iniciem o processo de aprendizagem dos conteúdos matemáticos numa outra lógica. Ao invés, de primeiro receberem os conceitos e os seus respectivos algoritmos para utilizá-los em uma lista de exercícios ou situações-problemas não contextualizadas, o que Skovsmose (2006) define como situações-problemas artificiais. Os estudantes, primeiramente percebem

em que contexto e para qual finalidade tais conceitos matemáticos são utilizados em situações reais, para e a partir das problemáticas apresentadas, buscarem meios para compreendê-los e utilizá-los. O que propicia a contextualização dos conteúdos frente às problemáticas da sociedade e a percepção da interdisciplinaridade da Matemática com as demais áreas do conhecimento trazendo sentido e motivação para os estudantes participarem na elaboração do próprio desenvolvimento.

c) Levantamento dos dados

Constata-se no relato da professora a seguir, que esta etapa da Modelagem Matemática trouxe-lhe outro desafio: a preocupação em como trabalhar com os conteúdos selecionados pelos estudantes sem seguir a ordem dos conteúdos programáticos como costumava trabalhar e ao mesmo tempo atender ao currículo determinado pela escola.

“Não sei como vou fazer, os estudantes selecionaram informações com conteúdos que não trabalhei ainda, entre eles, numerais cuja a ordem de grandeza é muito maior do que costumo trazer nos exercícios, estou apreensiva em não conseguir vencer os conteúdos do 2º semestre.” P (20/08/2013)

O relato da professora confirma as considerações de Burak (2004) de que a Modelagem “quebra” com a linearidade, com relação à forma como os conteúdos são apresentados aos estudantes e traz a discussão a respeito da aprendizagem em espiral, defendida pela abordagem construtivista e sócio-interacionista.

Para a pesquisadora a insegurança da professora confirma o que Skovsmose (2008), menciona sobre o desafio que o trabalho com as investigações impõe ao professor no sentido deste precisar sair da sua “zona de conforto” e arriscar-se a desenvolver uma metodologia onde não está determinado *a priori* o problema inicial e a sua respectiva resolução, levando-o a ser, juntamente com os estudantes, também um pesquisador.

Neste sentido Skovsmose (2008) amplia a discussão ao afirmar que um dos pressupostos da Educação Matemática Crítica é “quebrar” a ideologia da certeza da

Matemática, para tanto, o autor enfatiza a importância da construção da ideia da Matemática como processo e da “desconstrução” da Matemática como verdade.

Os escritos de Burak (2004) sinalizam que o levantamento dos dados contribui para a contextualização dos conceitos matemáticos, para a compreensão da interdisciplinaridade da Matemática, e ainda demonstra as suas implicações na sociedade. As percepções dos estudantes relativas à etapa do levantamento dos dados confirmam as considerações de Burak (2004). O que é evidenciado nos seguintes relatos:

“Foi uma experiência legal, vai ficar marcada na nossa memória. Aprendemos que a Matemática está em tudo o que fazemos no nosso dia-a-dia e isso nos motivou a aprender mais.” Grupo C(16/12/2013)

“Hoje a gente tem a compreensão de que a Matemática não serve só para resolver problemas. Serve para a gente se relacionar com o mundo, como ver as horas, medir, saber a porcentagem de um desconto por exemplo.” Grupo D(16/12/2013)

“As aulas de Matemática passaram a ser as minhas favoritas, agora posso entender porque é importante a gente aprender Matemática, ela está em tudo à nossa volta.” Grupo E(16/12/2013)

d) Elaboração das atividades investigativas

Segundo Burak (2004) nesta etapa a mediação do professor é relevante tanto nas questões relativas à aprendizagem dos conteúdos matemáticos, quanto aos aspectos não matemáticos, entre eles às questões que emergem das relações entre os estudantes. Resgata-se a seguir um relato da professora com relação à esta percepção:

“Foi uma experiência nunca antes vivenciada por mim como professora, fiz a mediação para a elaboração das hipóteses de resolução nos cinco grupos, ao mesmo tempo. E ainda tive que fazer algumas intervenções em relação às dificuldades de relacionamento que casualmente emergem nos trabalhos em grupo, foi bastante desafiador e difícil, mas também foi muito gratificante vê-los envolvidos, querendo saber o por quê de tudo.” P (02/10/2013)

Entretanto, apesar da motivação sinalizada acima pela professora, em seus escritos nos instrumentos de registro nos encontros de estudo, planejamento e avaliação constata-se “um desconforto” da mesma, gerado pela ansiedade e

insegurança desta ao afirmar que os estudantes não estavam habituados a trabalhar com percentuais; números decimais; aproximações, interpretações de diferentes gráficos e tabelas. Essa insegurança da professora é originada pela necessidade de mobilização no sentido de assumir uma prática pedagógica que até então não era utilizada nas suas aulas, pautadas anteriormente na lógica do paradigma tradicional.

Os registros da pesquisadora ressaltam a valorização da professora pelos estudantes, na elaboração das atividades investigativas. Os estudantes passaram à requisitá-la para auxiliar na compreensão das informações selecionadas e na mediação da elaboração das atividades investigativas com as informações provenientes dos cinco grupos de trabalho. Ainda, de acordo com as percepções da pesquisadora, os estudantes se depararam com um universo de variadas hipóteses e diferentes resoluções, e precisaram fazer escolhas, tomar decisões, dividir, esperar, compartilhar, pensar em várias possibilidades de respostas e uso de cada questão a ser elaborada.

Na percepção dos estudantes, houve maior participação deles nas atividades desta etapa pelo motivo da professora ter oportunizado primeiramente que eles pesquisassem e selecionassem as informações que queriam buscar para resolver a problemática levantada pelo grupo, e por perceberem a necessidade de irem à busca dos conteúdos matemáticos para utilizá-los na elaboração das atividades investigativas. O que é evidenciado na seguinte afirmação:

“Antes a professora é que decidia sobre o que nós iríamos aprender, nesta experiência, nós pudemos, escolher por onde iniciar as nossas aprendizagens, nós fomos convidados a participar.” Grupo B (16/12/2013)

A pesquisadora também observou que a elaboração das atividades investigativas dinamizou a comunicação de ideias e de argumentos entre os estudantes e entre eles e a professora. O que Skovsmose compreende como diálogo investigativo. Segundo este autor, os cenários de investigação são caracterizados pelo dinamismo e pelo trabalho coletivo.

Burak (2004) amplia a discussão ao afirmar que para formular questões, os estudantes precisam trabalhar várias capacidades, entre elas, reconhecer em que contexto inserir um ou outro conceito matemático, e, para ele, essa forma de pensar já faz parte da elaboração de pensamentos mais complexos.

Da mesma forma, nesta etapa Burak (2004) pontua que o trabalho em grupo começa a exigir dos estudantes atitudes que envolvem aspectos relativos à constituição do ser humano como comunicar ideias, ouvir a opinião dos colegas, argumentar, tomar decisões, esperar, dividir, compartilhar, O que segundo a pesquisadora também foi sinalizado na experiência de inserção de Modelagem desta pesquisa.

e) Resolução e análise das soluções

Nesta etapa, houve a necessidade de uma avaliação das ações da professora e dos estudantes para fazer um redirecionamento no processo de realização das atividades investigativas na sala de aula.

Com base nos registros das reflexões do grupo, realizadas na 2ª avaliação parcial da pesquisa-ação mencionada no capítulo do desenvolvimento desta pesquisa. Foram considerados os seguintes aspectos para que a 2ª tentativa para a realização desta etapa fosse bem sucedida:

- a) Tempo de realização das atividades investigativas;
- b) Caráter aberto das atividades investigativas;
- c) Realização das atividades, seguindo as etapas de Ponte (2008); e
- d) Trabalho em equipe;
- e) Construção do Modelo Matemático.

a) Com relação ao *tempo de realização das atividades investigativas*:

Em relação ao tempo para a realização das atividades investigativas, A professora pontuou a sua dificuldade em ajustar o tempo necessário para a realização e a análise das atividades investigativas ao tempo disponibilizado pelo currículo da escola para às suas aulas. O ideal seria que o currículo disponibilizasse

a realização e a discussão das atividades investigativas no mesmo dia, o que nem sempre foi possível. Conforme está registrado a seguir:

“As atividades investigativas demandam um tempo maior. É difícil retomar os trabalhos em outro momento quando não dá para terminar no mesmo dia.” P (19/10/2013)

Os estudantes também sinalizaram em suas respostas a dificuldade da “quebra” das discussões devido à troca de disciplinas e professores num mesmo dia e inclusive sugerem que haja uma manhã para cada disciplina, como podemos verificar nas seguintes afirmações:

“Seria legal se tivéssemos a manhã inteira só para a disciplina de Matemática, assim poderíamos iniciar e terminar as discussões no mesmo dia”. Grupo A (19/10/2013)

“É ruim retomar de onde paramos após quatro dias e quando começamos a “entrar no trabalho” a aula acaba”. Grupo B (19/10/2013)

A pesquisadora também compreendeu que a preocupação com tempo limitou o diálogo investigativo entre os estudantes, as discussões entre os grupos de trabalho e a formulação das conjecturas de soluções para as questões, o que ratifica a afirmação de Burak (2004), de que a Modelagem Matemática requer para além da sala de aula mudanças na organização dos tempos e dos espaços da escola. Assim, requer a elaboração de um currículo mais dinâmico que considera a participação dos estudantes na construção do conhecimento e os aspectos sócio críticos. (SKOVSMOSE, 2008)

b) Com relação ao caráter aberto das atividades investigativas:

Para a pesquisadora a inserção da Modelagem Matemática na sala de aula mobilizou a professora e os estudantes pelo desafio de precisarem trabalhar com os conteúdos numa ótica diferente da qual estavam acostumados a trabalhar. Pois em uma proposta de investigação, podem estar presentes diferentes conteúdos ao

mesmo tempo. O que gerou uma inversão no processo casualmente trabalhado na sala de aula, onde, na maioria das vezes, primeiramente eram apresentados os conceitos matemáticos pré-estabelecidos no programa curricular, e depois, trabalhava-se com os estudantes uma lista de situações-problemas, com o objetivo de treinar ou exercitar novos procedimentos de resolução, sem propor-lhes nenhum desafio. Como foi observado nas aulas anteriores à aplicação da metodologia da Modelagem Matemática, cuja prática pedagógica estava pautada no modelo conservador, no paradigma tradicional, com os estudantes sentados enfileirados, na condição de ouvintes ou executando as atividades dos livros didáticos individualmente.

O que também é sinalizado nas afirmações dos estudantes, descritas a seguir, ao mencionarem que eram habituados à prática da correção e da cópia da resposta correta.

“Não estamos acostumados a fazer esse tipo de atividade, era mais fácil esperar a professora corrigir e copiar a resposta certa.” Grupo A (19/10/2013)

“É mais difícil, tem que ler, tem que pensar, mas a gente aprende mais.” Grupo C (19/10/2013)

Para Burak (2004) o caráter aberto das atividades investigativas, exige uma participação mais ativa dos estudantes e maior mediação da professora para possibilitar aos estudantes avanços nos processos de aprendizagem, levando-os a realizar atividades que individualmente não conseguiriam. Permitindo-os assim, sair da zona de desenvolvimento real, em direção à zona de desenvolvimento potencial, passando, por um momento de instabilidade, caracterizado pelas experiências que estão em processo de amadurecimento, compreendida como: zona de desenvolvimento proximal. (Vygotsky, 1998)

O caráter aberto das atividades investigativas contribuiu para a conscientização da professora sobre importância da sua mediação para a motivação e aprendizagem dos estudantes. E conforme descrito por Burak (2004), a instabilidade gerada pela inversão da lógica da apresentação dos conteúdos matemáticos aos estudantes, deixou a professora ansiosa e insegura por não ter pré-determinado a lista de conteúdos e de exercícios que iria utilizar em suas aulas.

Como pode ser percebido em suas respostas na 2ª entrevista sobre este aspecto, descritas abaixo:

“Dá uma ansiedade não saber que rumo as investigações vão tomar, não ter tudo pré-determinado.” P (19/10/2013)

“O papel do professor é relevante para mediar, estimular e encaminhar as atividades de cada grupo. No começo é difícil uma estratégia que funciona com um grupo, não funciona com outro.” P (19/10/2013)

A afirmação da professora, com relação à indeterminação das atividades investigativas, evidencia a sua preocupação com o cumprimento de um programa com determinados conteúdos matemáticos, demonstrando a linearidade da sua prática pedagógica anterior, voltada ao paradigma do exercício, do ensino tradicional.

A reação da professora diante da abertura deste tipo de atividade tomou duas direções: ela mostrou-se insegura, mas ao mesmo tempo motivada a enfrentar os desafios que estavam por vir. Como ela mesma declarou na sua entrevista final:

“As atividades investigativas Matemática nos coloca em situação de desequilíbrio, não sabemos onde tudo vai dar, deixamos de ser os donos da verdade, os transmissores do conhecimento e passamos a aprender com os estudantes. No começo dá um “frio na barriga”, depois é muito bom, resgatou a motivação inicial que eu tinha quando comecei a lecionar.” P(21/12/2013)

O que vem ao encontro das considerações de Skovsmose (2006) a respeito do diálogo investigativo. Para o autor, é por meio do diálogo, que neste contexto ele denomina de “diálogo investigativo”, que as pessoas escutam os outros, expõem suas ideias, reorganizam seus pensamentos, tornam-se abertas à reflexão e à aprendizagem. Segundo ele o diálogo investigativo possui duas dimensões: correr riscos e promover a igualdade. Assim, para que o professor participe de um diálogo investigativo em sala de aula, ele não pode ter respostas prontas para problemas conhecidos, ele precisa ter curiosidade a respeito do que os estudantes estão elaborando e estar disposto a ser também um pesquisador. (SKOVSMOSE, 2006)

c) Com relação à *realização das atividades investigativas*:

Compreendendo que a realização das atividades investigativas exige a aquisição de conteúdos conceituais, atitudinais e procedimentais a serem construídos durante ao desenvolvimento da própria Modelagem Matemática, e também pelo motivo de ser a primeira experiência da professora e dos estudantes com a Modelagem Matemática, a pesquisadora e a professora optaram pela não obrigatoriedade do caráter aberto das atividades neste estudo.

Entretanto, de acordo com as percepções da pesquisadora, mesmo as questões não sendo completamente abertas, mobilizaram a professora e os estudantes em relação a vários aspectos que antes não eram considerados no processo de ensino e aprendizagem dos conteúdos matemáticos.

A professora, ao propiciar a valorização do processo, a comunicação, e a variedade de estratégias de resolução, precisou contemplar em seus objetivos pedagógicos, além do ensino dos conteúdos matemáticos, as especificidades de cada grupo de trabalho e precisou considerar no planejamento das ações e constituição dos grupos de trabalho aspectos relativos à gestão e ao relacionamento entre os estudantes.

Já os estudantes, acostumados à sequência linear de apresentação dos conteúdos, aos exercícios pautados no aumento gradativo de complexidade e na memorização de algoritmos, caracterizadas por Skovsmose (2006) como metodologias das práticas pedagógicas do paradigma tradicional, foram desafiados a elaborar e a resolver atividades investigativas apresentadas de modo diferente da lista de exercícios do ensino tradicional, O que gerou um desconforto no grupo e trouxe como consequências atitudes que evidenciaram resistência à realização das atividades propostas.

A professora sinalizou em seus relatos a dificuldade de avaliar à medida certa de direcionamento ou não nas suas intervenções e mencionou que a forma que encontrou para minimizar essa dificuldade, foi ouvindo mais os estudantes, prestando mais atenção às considerações de cada grupo. O que pode ser evidenciado no seguinte relato:

“Comecei a me trabalhar para ser menos ansiosa e prestar mais atenção nas falas dos estudantes, para poder fazer intervenções mais adequadas”.
P (19/10/2013)

Essa forma de pensar segundo Burak (2004) é caracterizada como metacognição, compreendida por ele como “o pensar sobre o próprio pensamento”. Para o referido autor essa forma de estruturar os próprios pensamentos contribui para aprendizagens mais profundas e duradoras. O que é confirmado no relato da professora a seguir:

“Agora eu faço as perguntas para saber como eles estão pensando, para entender como eles chegaram à uma determinada conclusão e assim também contribuo para que os estudantes reflitam sobre os seus próprios pensamentos, ao invés de me preocupar apenas com o que eles fizeram, minha atenção está voltada em saber como eles fizeram.” P (19/10/2013)

Os estudantes mencionaram não estarem habituados a pensar e afirmaram ser mais fácil a forma como a professora fazia antes da inserção da Modelagem nas aulas de Matemática. O que é evidenciado na seguinte afirmação:

“Foi difícil formular hipóteses de resolução, não estávamos acostumados a registrar o passo a passo das resoluções, discutíamos, discutíamos..., mas na hora de registrar, não conseguíamos colocar no papel.” Grupo B(19/10/2013)

O que confirma os escritos de Barbosa (2003), ao afirmar que mesmo nos anos iniciais da Educação Básica, os estudantes já estão adaptados aos procedimentos de realização de exercícios, no papel de seguidores, assim, é um desafio para o professor instaurar uma nova dinâmica na relação destes com a aprendizagem. Faz-se necessário resgatar-lhes o espírito de busca, para que persistam em procurar por diferentes possibilidades de resolução. O autor sugere que o processo investigativo seja iniciado com atividades intermediárias que aos poucos vão desenvolvendo a capacidade de iniciativa e a autonomia necessária ao trabalho com investigações.

Desta forma a partir das reflexões do grupo sobre as dificuldades enfrentadas na primeira tentativa de resolução das atividades investigativas mencionadas no capítulo do desenvolvimento desta dissertação, fez-se uma segunda tentativa, observando-se os encaminhamentos para a resolução das atividades investigativas sugeridas por Ponte (2005),

Nesta segunda tentativa foi possível observar que a cada atividade investigativa resolvida e analisada coletivamente, os estudantes demonstravam maior iniciativa para encontrar diferentes estratégias de resolução e argumentar no sentido de identificar as melhores hipóteses de resolução. Esta mudança de atitude foi pontuada pela professora no relato a seguir:

“Os alunos participaram, ficaram motivados, apresentaram estratégias diferentes para resolução das situações-problemas, usaram a criatividade fazendo uso de estratégias de resolução empíricas por meio de desenhos e associações com materiais concretos” P (19/10/2013).

E evidenciada pelos próprios estudantes na reflexão final sobre a inserção da Modelagem na sala de aula:

“Tivemos a oportunidade de falar, dar opiniões e dizer nossas dificuldades, isso nos tornou mais unidos e independentes. Antes a gente perguntava toda hora qual era o próximo passo da resolução ou qual era a conta do problema. Agora, já conseguimos procurar algumas estratégias e tentar resolver primeiro antes de pedir ajuda à professora.” Grupo A (16/12/2013)

As referidas afirmações evidenciam que apesar das dificuldades iniciais, aos poucos os estudantes foram começando a desenvolver a autonomia e a ter uma participação mais efetiva na construção do próprio conhecimento.

Considera-se importante salientar que a análise das soluções foi marcada não apenas pela criticidade em relação aos conteúdos matemáticos, mas também a outros aspectos como a viabilidade e a adequabilidade das soluções apresentadas, que algumas vezes foram matematicamente coerentes, mas inviáveis para a resolução do problema num contexto real.

O que vem ao encontro das considerações de Burak (2004) ao afirmar que na Modelagem Matemática, ao conceber a sala de aula como um espaço para investigações, e ao propiciar aos estudantes a participação na elaboração das situações-problemas referente ao tema escolhido por eles, possibilita a construção e a ampliação do conhecimento matemático.

d) Com relação ao trabalho em grupo:

A pesquisadora observou que essa é uma questão que precisa ser considerada no currículo da escola, para que não apenas na Matemática, mas também nas demais disciplinas sejam contempladas os aspectos que envolvem a constituição de relações democráticas entre os estudantes e entre estes e os demais agentes da escola. Os relatos dos estudantes a seguir demonstram o quanto se faz necessário oportunizar aos estudantes as aprendizagens relativas ao trabalho em equipe.

“No nosso grupo alguns colegas resolveram fazer sozinhos e apenas conferiam as suas respostas entre si, não houve um trabalho coletivo.”
Grupo B (19/10/2013)

“Teve colegas que não colaboraram com o grupo ficaram fazendo brincadeiras e isso gerou conflitos entre o grupo.” Grupo D (19/10/2013)

“Trabalhar em grupo exige que a gente saiba ouvir, esperar e aceitar a opinião dos outros, e tudo isso não é fácil, as vezes é mais simples e mais rápido fazer sozinho ou em dupla” Grupo E (19/10/2013)

De acordo com Skovsmose (2008), o abandono do paradigma de exercício e a exploração de cenários para as investigações não irão trazer respostas para todas as questões que envolvem a busca de uma Educação Matemática que tenha como preocupação a democracia, mas esta busca por outras possibilidades, que proporcionam maior envolvimento e interação dos estudantes na construção do conhecimento. Para tanto é importante que os professores de Matemática oportunizem no desenvolvimento das atividades com os estudantes o diálogo, a troca de experiência e a participação do grupo na construção do conhecimento em sala de aula. O desenvolvimento das atividades em sala de aula precisa oportunizar novos recursos que conduzam aos estudantes a ampliar gradativamente a autonomia de pensamento, propiciando uma Educação Matemática de dimensão crítica. Esta preocupação também pode ser constatada no seguinte depoimento da professora:

“Para mim este é o maior desafio, desenvolver nos alunos a responsabilidade, a compreensão que o envolvimento de cada um nas atividades propostas contribui para o desenvolvimento de todos. E essa compreensão precisa ser trabalhada em todas as disciplinas para que seja interiorizada pelos estudantes em suas ações no dia a dia da escola.” P (19/10/2013)

Do mesmo modo, também foi evidenciada a necessidade de um trabalho coletivo dos docentes nesta direção no depoimento dos estudantes como é demonstrado a seguir:

“Não estamos muito acostumados a trabalhar em grupo. Quase sempre gera muita confusão, desde a formação dos grupos até a divisão das atividades, deve ser por isso que os professores quase não propõem este tipo de trabalho na sala de aula. Grupo A (19/10/2013)

Burak (2004) considera que práticas pedagógicas contraditórias entre diferentes professores, priva os estudantes, em especial dos anos iniciais da Educação Básica, a vivência de experiências significativas que propiciem a constituição de relações democráticas, o desenvolvimento da autonomia, do espírito crítico e a capacidade de lidar com situações-problemas, sejam elas provenientes dos conteúdos matemáticos ou não matemáticos.

Compartilhar ideias, práticas, experiências exitosas que oportunizaram a participação mais ativa dos estudantes na produção do conhecimento em sala de aula, e que propiciaram aprendizagem aos estudantes e ao coletivo da escola, ainda é um desafio a ser enfrentado pelos professores da Educação Básica, e para faz-se necessário um currículo que contemple essas ações no cotidiano escolar.

e) Com relação à construção do Modelo Matemático:

Para Burak (2004), na Educação Básica a construção de um modelo matemático sistematizado não é obrigatória. Para este autor nesta fase de escolarização o modelo matemático pode ser representado por uma experiência que proporcione a materialização das aprendizagens dos estudantes.

A forma de representação do modelo matemático escolhida pelo grupo foi a socialização das aprendizagens construídas na experiência de inserção da modelagem nas aulas de matemática às suas famílias através da resolução de uma atividade investigativa e da reflexão com os participantes das hipóteses de resolução

suscitadas entre os participantes, cujo relato encontra-se no capítulo do desenvolvimento desta dissertação.

De acordo com as percepções da pesquisadora, no processo da construção do modelo matemático escolhido pelo grupo houve mobilização tanto por parte da professora como dos estudantes. A mobilização da professora foi evidenciada pela motivação que demonstrou ao perceber o resultado da sua ação pedagógica, e do quanto a sua prática pedagógica pode influenciar ações para além da sala de aula. O que é evidenciado em seu próprio relato:

“A resolução da última atividade com as famílias trouxe uma contribuição para a sociedade, trouxe a ideia de não saber só para si, mas de utilizar os conhecimentos construídos pelos estudantes para ajudar a coletividade, a sociedade, contemplando os aspectos sociais e humanos, em direção à responsabilidade social e à cidadania.” P (21/12/2013)

Nos estudantes a mobilização foi evidenciada ao demonstrarem segurança em suas argumentações relativas às aprendizagens realizadas nas aulas de Matemática para além do contexto da sala de aula, conferindo significado aos conteúdos matemáticos trabalhados. O que foi sinalizado nas afirmações abaixo:

“Utilizamos o que aprendemos nas aulas de Matemática numa situação real, com nossos pais. A Matemática nos ajudou a contribuir para melhorar a nossa realidade” Grupo A (16/12/2013)

“Por meio do trabalho com as famílias usamos o que aprendemos para ajudar a diminuir o desperdício da água e ajudar o Planeta Terra” Grupo B (16/12/2013)

Os relatos confirmam a afirmação de Burak (2004), de que as crianças precisam de representações, e se conseguirem desenvolver algo que demonstre a materialização de suas experiências e aprendizagens, isso também é considerado um modelo. Segundo este autor, a construção de um modelo também contribui para a compreensão dos estudantes dos conhecimentos produzidos pela turma e de como estes podem ser utilizados para responder à problemática inicial proposta pelo grupo.

Assim, a partir das considerações realizadas foram evidenciadas as seguintes POTENCIALIDADES e DIFICULDADES ao longo da experiência de inserção da Modelagem Matemática em sala de aula, objeto desta pesquisa:

Quadro 9 – Potencialidades evidenciadas na inserção da Modelagem na sala de aula.

POTENCIALIDADES
1) Faz com que os estudantes se sintam valorizados, ao perceberem que suas opiniões e necessidades foram consideradas.
2) Oportuniza o trabalho de investigação, convidando os estudantes a formularem questões e a procurarem explicações, levando-os a trabalhar numa outra lógica, primeiro os estudantes perceberam onde e como são utilizados os conceitos matemáticos.
3) Contextualiza os conteúdos da Matemática e as suas implicações na sociedade.
4) Contribui para construir a ideia da Matemática como processo e desconstruir a “ideologia da certeza da Matemática”. (SKOVSMOSE, 2006)
5) Valoriza a comunicação, a interação de ideias e entre os estudantes.
6) Propicia o desenvolvimento de diferentes estratégias de resolução, a argumentação e a análise crítica das soluções encontradas no âmbito matemático e não matemático.
7) Favorece a ampliação da visão de mundo, trazendo aspectos relativos à sociedade para serem discutidos no âmbito da sala de aula.
8) Favorece o “diálogo investigativo” SKOVSMOSE (2006), oportunizando que os estudantes escutem uns aos outros, expõem suas ideias, reorganizem seus pensamentos, tornem-se abertos à reflexão e à aprendizagem.
9) Desafia e estimula os estudantes e a professora no sentido de deixarem uma “postura de seguidores” e assumirem uma “postura de buscadores”. (BURAK, 2004)
10) Contribui para a compreensão do compromisso e da responsabilidade de utilizar os conhecimentos construídos pelo grupo para resolver uma situação real no contexto social ou minimizar os aspectos negativos relativos à situação.

Fonte: Dados da Pesquisa.

Quadro 10 – Dificuldades evidenciadas na inserção da Modelagem na sala de aula.

DIFICULDADES
1) Insegurança e ansiedade da professora pelos novos desafios que a metodologia da Modelagem impõe à prática pedagógica.
2) Dificuldade/resistência dos estudantes, pelo motivo de estarem habituados à lógica do ensino tradicional, pautado na resolução de listas de exercícios, e na memorização.
3) A questão que o exercício da democracia não se constitui apenas no âmbito da sala de aula, mas perpassa pelas relações dos estudantes com o coletivo da escola (professores, gestores...).
4) A questão das atividades abertas, da busca exploratória, dos problemas de relacionamento que afloram nos trabalhos em grupo, serem demandas que precisam ser trabalhadas no coletivo da escola e precisam estar contempladas nas discussões em relação ao currículo que se quer, além de necessitarem de uma reorganização do tempo e do espaço que estão além do âmbito da sala de aula.
5) A questão do uso da tecnologia incorporado à metodologia da Modelagem Matemática, ou seja, à prática da pesquisa, assim, é preciso estar funcionando bem, ter manutenção e estar acessível no momento que for preciso e não com hora marcada.
6) A questão do trabalho em conjunto com a professora, perpassa também pelo coletivo da escola, precisa estar contemplado no currículo o planejamento, a comunicação, a troca de experiências, os aspectos relacionados à avaliação dos estudantes, para que o professor não desista, receba estímulo, amparo dos pares e subsídios teóricos para não desmotivar-se em relação ao uso dessa metodologia.

Fonte: Dados da Pesquisa.

Eixo 2: Mudanças percebidas na prática pedagógica.

No processo de ensino e aprendizagem dos conteúdos matemáticos em uma perspectiva de Educação Matemática Crítica possui como pressuposto a importância de ensinar o estudante a aprender a aprender e de ajuda-lo a compreender, que

quando aprende não pode considerar apenas o conteúdo do objeto de aprendizagem, precisa contemplar também como organiza suas ideias e suas ações no processo de construção do conhecimento. Nesse sentido o ensino é concebido como um conjunto ações que ajudam ao estudante no processo pessoal de construção do conhecimento e na elaboração do próprio desenvolvimento.

Assim, para averiguar as mudanças em relação à prática pedagógica dirigiu-se o foco da análise dos dados coletados em duas perspectivas:

- a) Com relação ao planejamento das aulas, com a análise dos conteúdos dos registros da professora e da pesquisadora, e
- b) Com relação às ações desenvolvidas na sala de aula, cuja análise pautou-se nos conteúdos oriundos da professora, dos estudantes e da pesquisadora.

Evidências oriundas dos instrumentos da professora, dos estudantes e da pesquisadora em relação à:

Para a professora, a Modelagem Matemática oportunizou a vivência de situações inéditas na sua trajetória profissional, que lhe trouxeram ansiedade e insegurança no sentido de ter que sair de sua “zona de conforto” para assumir “riscos”, ao trabalhar com situações-problemas e conteúdos não determinados previamente, mas também resgatou a motivação pelo exercício da docência que ela tinha no início da carreira de magistério. O que foi sinalizado por ela mesma ao responder a segunda entrevista:

“A Modelagem Matemática nos coloca em situação de desequilíbrio, não sabemos onde tudo vai dar, deixamos de ser os donos da verdade, os transmissores do conhecimento e passamos a aprender com os estudantes. No começo dá um “frio na barriga”, depois é muito bom, resgatou a motivação inicial que eu tinha quando comecei a lecionar.” P(21/12/3013)

- a) Com relação ao planejamento das aulas:

De acordo com a professora além da mobilização suscitada pela demanda de administrar questões de ordem matemática e não matemática na sala de aula houve a mobilização durante o planejamento, ao elaborar questões ou considerar que as questões elaboradas pelos estudantes tivessem um caráter aberto.

De acordo com os registros da pesquisadora nos momentos de planejamento, a professora passou a considerar as diferenças de perfil de cada grupo. Passando a planejar as atividades em sala de aula de acordo com as especificidades de cada grupo de trabalho, tanto com relação aos conteúdos matemáticos, quanto em relação ao perfil dos estudantes.

Segundo seus relatos nos encontros de estudo e de planejamento, anteriormente à inserção da Modelagem nas aulas de Matemática, ela utilizava questões disponibilizadas no livro didático ou de outras fontes externas à sala de aula. A partir da inserção da metodologia da Modelagem Matemática, e em especial, na etapa da resolução das atividades investigativas, ela precisou fazer conjecturas, elaborar estratégias de mediação, planejar questões que contemplassem a curiosidades, às escolhas e às necessidades de aprendizagem dos estudantes, precisando de uma demanda de tempo maior do que o oportunizado pelo currículo da escola.

Conforme afirmou na entrevista final, ela passou a refletir sobre as contribuições de cada atividade para a compreensão dos conceitos matemáticos e para a aprendizagem dos estudantes,

“Senti muita dificuldade para elaborar as atividades investigativas de acordo com as sinalizações dos estudantes, não é fácil, elaborar questões abertas e de cunho investigativo, demanda muito tempo, você precisa pensar nas contribuições que cada atividade vai trazer para a aprendizagem dos estudantes.” P (21/12/2013)

Outra percepção da pesquisadora que merece ser pontuada é com relação ao uso do “se”, no discurso da professora. Que segundo Skovsmose (2008), contribui para a elaboração de formas de pensamentos mais complexos entre os estudantes e contribui para intensificar o caráter aberto da investigação.

Em seus registros a professora sinaliza a diferença das estratégias utilizadas por ela na mediação com os grupos de trabalho. Enquanto em alguns grupos ela propunha um questionamento e ao se retirar, a discussão entre os participantes se intensificava, em outros, quando ela se retirava do grupo, pouco ou quase nada era conversado. O que é evidenciado no seguinte relato:

“Eu comecei a prestar mais atenção ao perfil de cada grupo, pois percebi que a estratégia utilizada com sucesso em um grupo, as vezes não funcionava em outro”. P (21/12/2013)

Para Burak (2004) o professor precisa conhecer as características de cada grupo para escolher a melhor intervenção. O autor também sugere que em algumas situações, é necessário que o professor faça questionamentos mais direcionados. Apesar do caráter aberto da atividade, não se objetiva que os estudantes estabeleçam considerações equivocadas.

b) Com relação às ações desenvolvidas na sala de aula:

As percepções da professora em relação à sua própria prática pedagógica junto aos estudantes sinalizaram que ela passou a falar menos e a ouvir mais, a prestar atenção nas estratégias de resolução dos estudantes, a indagar mais, a explorar o que eles traziam em suas argumentações, a permitir o desenvolvimento de atividades em grupo e a utilização do laptop educacional nas suas aulas.

O que também foi evidenciado nas respostas do questionário final aplicado aos estudantes, mencionadas a seguir:

“A professora perguntava a nossa opinião, combinava e discutia o que ia ser trabalhado nas aulas antes com o grupo.” Grupo A (16/12/2013)

“Tudo o que a professora ia ensinar, primeiro ela explicava o porquê e também ouvia a nossa opinião.” Grupo B (16/12/2013)

“A professora oportunizou momentos para discussões, para colocarmos nossas opiniões e necessidades.” Grupo D (16/12/2013)

Na ótica da pesquisadora a professora saiu do papel de transmissora de conhecimentos e assumiu a postura de mediadora, passando a estabelecer uma relação de articuladora de aprendizagens junto aos estudantes. Passou a considerar nas aulas, durante o processo de ensino e aprendizagem os conhecimentos matemáticos e não matemáticos.

De acordo com as percepções da pesquisadora, a mediação da professora foi relevante para a mobilização dos estudantes em relação à aprendizagem dos conteúdos matemáticos, Ela orientou a busca dos conteúdos, contribuiu para a compreensão de conceitos matemáticos e criou alternativas que permitiram aos estudantes elaborarem estratégias para buscar possíveis soluções. Os estudantes puderam utilizar estratégias empíricas para obter os primeiros resultados ou aproximações, e depois, alguns conteúdos foram sistematizados e desenvolvidos de forma analítica, já com a formalização de modelos matemáticos.

O que vem ao encontro dos escritos de BURAK (2004; 2010) sobre suas pesquisas desenvolvidas a respeito da inserção da Modelagem Matemática em outros segmentos da Educação Básica.

Eixo 3: Mudanças observadas na dinâmica da sala de aula.

A Educação Matemática Crítica parte da premissa de que é preciso que a democracia seja exercida no contexto micro, a sala de aula, para ser estendida ao macro, nas relações desenvolvidas em todos os âmbitos do sistema educacional. Para tanto é necessário que o currículo escolar considere a prática da democracia nas relações desenvolvida em todos os âmbitos da escola, inclusive nas relações de seus agentes com as demais esferas da sociedade..

Para averiguar as mudanças na dinâmica da sala de aula, o foco da coleta dos dados deu-se em relação a dois aspectos:

- a) Na relação entre a professora e os estudantes: e
- b) Nas relações entre os estudantes:

Evidências oriundas dos instrumentos da professora, dos estudantes e da pesquisadora em relação à:

a) Na relação entre a professora e os estudantes:

Para a pesquisadora a relação entre a professora e estudantes foi fortalecida. Os estudantes compreenderam o esforço da professora no sentido de propiciar maior participação deles na escolha do tema, na elaboração das atividades investigativas e nas reflexões sobre as atividades desenvolvidas ao longo das etapas da Modelagem Matemática desenvolvidas em sala de aula. O que poder ser verificado nas repostas seguir:

“A professora está mais amiga, mais próxima de nós, e a gente tem mais coragem de dizer que não entendeu alguma questão ou de dar uma opinião.” Grupo C (16/12/2013)

“Nas aulas de Matemática a professora falava e a gente ouvia, agora, a professora também ouve e a gente fala” Grupo E (16/12/2013)

Os estudantes perceberam ainda a preocupação da professora em relação ao reconhecimento dos aspectos positivos do “bom estudante” no sentido da responsabilidade, da solidariedade, da cooperação, e não apenas na questão da aprendizagem matemática. E relatam que aos poucos foram assumindo uma postura menos dependente da professora e demonstrando maior autonomia e iniciativa para resolver os desafios que se apresentavam a cada atividade investigativa. O que é confirmado na afirmação a seguir:

“A dinâmica da aula agora favorece o diálogo, a comunicação e isso é legal, estimula a nossa participação, antes só ficávamos ouvindo a professora ou fazendo exercícios”. Grupo C (16/12/2013)

Segundo a afirmação da professora na 2ª entrevista:

“Os alunos aos poucos foram deixando a apatia, gerada, a meu ver, pela impossibilidade de participação, e vão se envolvendo, no começo é difícil, pois eles já estão “doutrinados a fazer o que o seu mestre mandar”. Mas aos poucos vão ousando, a própria dinâmica do aprender pela ação, aprender fazendo contribui para que eles desenvolvam a iniciativa e a autonomia.” P (21/12/2013)

c) Nas relações entre os estudantes:

De acordo com as afirmações dos estudantes, as relações entre eles também ficaram mais fortalecidas, o próprio grupo interferia para a melhoria ou mudança de alguma característica que precisava ser melhorada no colega do grupo.

“Aos poucos fomos prestando mais atenção quando um colega falava e respeitando a opinião dele.” Grupo A (16/12/2013)

“Antes quase ninguém queria falar, dar a sua opinião, a gente tinha medo de errar e os colegas ficarem rindo. Depois a turma foi respeitando mais e compreendeu que errar faz parte, é errando e tentando de novo que a gente aprende.” Grupo B (16/12/2013)

“Agora estamos mais unidos, nos preocupamos mais uns com os outros, antes havia muita competição entre os rapazes e as garotas.” Grupo C (16/12/2013)

“Agora quando fazemos ou decidimos algo, pensamos no que é melhor para todos.” Grupo D (16/12/2013)

“No começo não, mas aos poucos, o grupo começou a respeitar a opinião dos alunos que antes quase nem falavam.” Grupo E (16/12/2013)

“ Quando alguém está lá na frente apresentando, a gente agora presta mais atenção.” Grupo A (16/12/2014)

A pesquisadora também observou que houve a ampliação da interação entre os estudantes e entre estes e a professora na sala de aula. Gerando mais dinamismo ao processo de comunicação de ideias e de argumentos. O que Skovsmose compreende como diálogo investigativo, pois os estudantes discutem, explicam ideias, expõem, avaliam e refutam pontos de vista, argumentos e resoluções. (SKOVSMOSE, 2006)

Para a professora, as relações entre os estudantes criaram oportunidades para enriquecer a aprendizagem dos conhecimentos matemáticos, pois cada estudante estava envolvido no sentido de resolver a atividade que tinha em mãos.

De acordo com o registro das percepções da pesquisadora a sala de aula passou a se configurar como um cenário para investigação. Foram valorizados aspectos como o diálogo investigativo; a comunicação entre os estudantes em seus grupos de trabalho; a interação de ideias; a formulação de hipóteses; a argumentação e a análise das soluções, considerando a possibilidade de obterem-

se diferentes estratégias de resolução para as questões apresentadas e a validação das soluções no contexto matemático e não matemático,

Um “cenário para investigação” é uma propriedade relacional que envolve professor e estudantes, mas são os estudantes 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 (SKOVSMOSE 2008).

Eixo 4: Mudanças verificadas em relação à construção do conhecimento.

A aprendizagem, entendida como construção do conhecimento, pressupõe compreender a sua dimensão como produto e como processo, ou seja, considera-se o percurso pelo qual os estudantes elaboram seus conhecimentos. Ao aprender, não é apenas a quantidade de informação que o estudante possui sobre um determinado tema que se modifica, mas também o que é capaz de fazer, de pensar, de compreender... Assim a aprendizagem está relacionada à qualidade do conhecimento e às possibilidades pessoais de continuar aprendendo. Deste modo para identificar as mudanças em relação à construção do conhecimento na sala de aula, fez-se o foco da coleta dos dados a partir dos seguintes aspectos:

- a) Participação dos estudantes na realização das atividades:
- b) Desenvolvimento da autonomia e da criticidade nos estudantes:
- c) Aprendizagem dos conceitos matemáticos: e
- d) Uso da tecnologia em sala de aula.

Evidências oriundas dos instrumentos da professora, dos estudantes e da pesquisadora em relação à:

- a) Com relação à participação dos estudantes na realização das atividades propostas:

Na ótica da pesquisadora ao se envolverem nas etapas propostas pela Modelagem, os estudantes, com algumas exceções, aos poucos foram se sentindo valorizados, ouvidos, considerados no grupo, tornando-se mais receptivos e abertos para novas aprendizagens.

“Por estarmos mais envolvidos parece que o que aprendemos ficou mais registrado na nossa memória. Vai ser mais difícil esquecer tudo o que aprendemos, vimos e participamos nas aulas de Matemática neste trimestre.” Grupo A (16/12/2013)

“Apesar de alguns alunos continuarem a fazer brincadeiras e a não colaborar no grupo, a maioria da turma demonstrou interesse e participou mais das atividades nas aulas de Matemática.” Grupo D (16/12/2013)

“Ficamos mais envolvidos, mais motivados, despertou o nosso interesse em buscar, em aprender cada vez mais.” Grupo E (16/12/2013)

Os conhecimentos que trabalhamos em sala iam para casa, até nossas famílias aprenderam também, as apresentações elaboradas pelos grupos, foram vistas também por nossos pais e irmãos.” Grupo D (16/12/2013)

Para Freire (2005) é pela comunicação que são estabelecidas as relações com o outro, e toda comunicação gera mudança cognitiva, assim onde há comunicação há aprendizagem. Segundo o autor, uma Educação problematizadora, e pautada nas relações democráticas é a base para a transformação social. Freire (2005), afirma ainda que o pré-requisito para a aprendizagem é a curiosidade, a “fome”, a “vontade” de aprender.

Burak (2004) contribui com a discussão ao afirmar que para formular as questões, que neste contexto são compreendidas como atividades investigativas, os estudantes precisam trabalhar várias capacidades, entre elas, reconhecer em que contexto inserir um ou outro conceito matemático. Para o autor essa forma de pensar já faz parte da elaboração de pensamentos mais complexos. Pois a reflexão de como trabalhar um determinado conteúdo em um contexto adequado à sua utilização envolve habilidades como: analisar, compreender e conjecturar sobre aspectos matemáticos e não matemáticos. Da mesma forma, nesta etapa o trabalho em grupo começa a exigir dos estudantes atitudes que envolvem aspectos relativos à constituição do ser humano como comunicar ideias, ouvir a opinião dos colegas, argumentar, tomar decisões, esperar, dividir, compartilhar,...

No entendimento da professora os estudantes foram mobilizados ao serem desafiados a fazer conjecturas e analisar a viabilidade de suas hipóteses, tanto no âmbito matemático quanto no âmbito não matemático.

Segundo Burak (2004), na formulação das hipóteses de resolução o estudante concebe a Matemática como processo, é convidado a participar ativamente da aula, a fazer previsões e a tomar decisões, a reconhecer o erro como uma tentativa de aproximação da resolução. Para ele, esta etapa é significativa para que o estudante exercite o seu pensar e amplie seus conhecimentos no sentido de considerar várias possibilidades de resoluções.

O que foi sinalizado pelos próprios estudantes nas seguintes afirmações:

A gente participa mais, interage uns com os outros e até leva nossas aprendizagens para além da sala de aula. Também aprendemos que a Matemática não tem apenas um único caminho para se chegar ao resultado, dependendo da situação, pode haver vários resultados.” Grupo B(16/12/2013)

“Não era só encontrar uma solução, tinha que explicar porque determinada solução era a mais adequada ao contexto do tema e como o grupo conseguiu chegar até ela, tinha que mostrar como o grupo pensou, qual o caminho escolhido, qual a estratégia utilizada” Grupo E (19/10/2013)

“Não tinha como se esconder, todos tinham que fazer a sua parte no grupo, senão o próprio grupo cobrava. Até quem estava acostumado a ficar quieto num canto da sala teve que participar.” Grupo C (19/10/2013)

Para a pesquisadora a Modelagem propiciou experiências que permitiram a manifestação da curiosidade natural das crianças. A turma passou a se configurar como um grupo de pesquisa, que troca, produz conhecimento, reflete, aprende e ensina de forma compartilhada.

Contudo, confirmando as pesquisas realizadas por (Burak, 2014) 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 inclusive mobiliários diferentes, que favoreçam o trabalho em equipe, a apresentação e a análise das estratégias de cada grupo, e também, um tempo maior do que o disponibilizado pelo currículo que pode estar estruturado numa lógica tradicional, disponibilizando um horário semanal para a disciplina de Matemática que não permita que a realização e a análise de uma atividade investigativa aconteçam num mesmo encontro de

trabalho. Dificultando o processo, na medida em que, as discussões precisam ser estendidas e retomadas várias vezes em datas diferentes.

b) Desenvolvimento da autonomia e da criticidade dos estudantes:

Tomar decisões é o caminho, é a semente para a construção da independência de pensamento, para a construção do espírito crítico, para se envolverem nas questões sociais e perceberem as relações da Matemática com as questões da sociedade. (BURAK, 2004)

Skovsmose (2008) ressalta que essa questão perpassa pela concepção de um currículo escolar pautado em relações democráticas, que considere todos os seus agentes como sujeitos, com direitos e deveres, em que a democracia esteja refletida pela participação coletiva nas ações do cotidiano escolar.

A inserção da Modelagem na sala de aula possibilitou o exercício da democracia, mais respeito pela opinião uns dos outros, maior compromisso com os combinados realizados pelo coletivo da turma, o desenvolvimento da autonomia de pensamento e do espírito crítico nos estudantes. O que foi sinalizado pelos estudantes em suas respostas no 2º questionário.

“Quando falamos e ouvimos opiniões diferentes, vamos entendendo mais as coisas e aumentando nossos argumentos, isso é ser crítico, saber justificar a sua própria opinião.” Grupo A (16/12/2013)

“Antes a cada passo perguntávamos o que e como fazer a professora, depois a medida que as atividades foram acontecendo, fomos decidindo antes e depois é que comunicávamos nossas estratégias para a professora” Grupo B (16/12/2013)

Segundo Freire (2005), preparar o estudante para situações reais da vida é função da escola desde o primeiro momento em que este se integra a ela, assim como, proporcionar ações que propiciem o desenvolvimento de aspectos sociais e humanos e que favoreçam efetivamente a participação social, a aprendizagem, a criatividade e a capacidade de enfrentar desafios.

De acordo com a professora as discussões oportunizadas ao grupo pela inserção da Modelagem Matemática na sala de aula contribuíram para o

desenvolvimento da autonomia de pensamento e da criticidade dos estudantes oportunizando a ampliação da visão de mundo e discussões relativas às questões sociais no âmbito da sala de aula. O que também é evidenciado nas respostas dos estudantes:

“No momento que tínhamos que apresentar a nossa estratégia de resolução ou argumentar que a nossa estratégia era a mais adequada, estávamos exercitando a criticidade e entendendo que nem sempre há somente uma única solução para os problemas.” Grupo A (19/10/2013)

“Foi legal perceber que uma solução correta no âmbito da Matemática, pode ser inviável no contexto real, quando trabalhamos com os números decimais, em relação ao número de habitantes, não é possível contar com meia pessoa” Grupo C (19/10/2013)

“Dá para a gente pensar em outras estratégias de resolução além daquela que o grupo encontrou.” Grupo E (19/10/2013)

Para a pesquisadora a mediação da professora neste sentido foi relevante ao ouvir as considerações dos estudantes, e trazer para as discussões algumas particularidades e exceções relativas aos conteúdos abordados. O que também foi observado pela pesquisadora com relação aos aspectos não matemáticos como as contribuições sobre: a postura, a entonação de voz e os cuidados com a oralidade que cada o grupo precisaria ter para que os demais estudantes compreendessem a sua estratégia de resolução.

Confirmando o que foi sinalizado por Burak (2004) com relação ao professor poder trabalhar os aspectos éticos, e a criticidade, partindo da argumentação das diferentes soluções compartilhadas pelos estudantes. E da mesma forma propiciar entre os estudantes a reflexão de que nem sempre a melhor opção no âmbito da Matemática é a melhor no âmbito não matemático.

Entretanto, especialmente nos anos elementares da Educação Básica, da mesma forma como acontece no processo de alfabetização e para a aquisição de outras competências, é necessário que o professor, inicie o trabalho com a Modelagem Matemática de forma mais direcionada, para que primeiramente, comecem a se apropriar das capacidades de elaboração de hipóteses, do diálogo investigativo e da inquirição..

Desta forma as atividades investigativas, características da modelagem matemática, na perspectiva sócio crítica, exigem o exercício constante tanto do professor quanto dos estudantes. Os professores em sua formação inicial, e mesmo na sua prática profissional, na maioria das vezes, estão acostumados a utilizar os exemplos e exercícios já formulados pelos livros didáticos. Por isso, quando apresentados à proposta da modelagem, onde praticamente não há nada pronto, sentem dificuldade em colocá-la em prática.

Assim, neste segmento do Ensino Fundamental, a introdução das atividades investigativas nas experiências de aprendizagem desenvolvidas na sala de aula com os estudantes precisa acontecer naturalmente e paulatinamente para que as crianças gradativamente desenvolvam a autonomia, a iniciativa, o espírito de busca e a criticidade (BARBOSA 2001).

c) Aprendizagem dos conceitos matemáticos:

Os conteúdos matemáticos trabalhados no desenvolvimento das atividades investigativas não obedeceram a sequência pré-determinada do programa da escola, contudo, à professora foi atribuído o desafio de unir os conceitos matemáticos relacionados às investigações dos estudantes aos conteúdos pré-estabelecidos do currículo da escola. Como pode ser observado no seguinte relato:

“Para mim foi um grande desafio unir os conceitos matemáticos que despertaram o interesse dos estudantes aos conteúdos a serem trabalhados no 3º trimestre do 5º ano do Ensino Fundamental. Como eles trouxeram muitas informações com frações e porcentagens, iniciamos com os diferentes entendimentos de uma fração. Então os alunos começaram a perceber uma fração como resultado de uma medida, como uma relação entre todo e partes e um como elas podem indicar uma razão. Na minha opinião o conceito mais importante que trabalhamos a respeito de frações foi o de “fração equivalente”, pois por meio dele os alunos conseguiram comparar, somar e subtrair frações, e entenderam como as frações de relacionam com os conceitos de razão e proporção.” P(21/09/2013)

De acordo com a abordagem construcionista, defendida por Papert (2008), o professor precisa estar atento, e ter a compreensão de que quanto mais o ensino for dirigido, menos descobertas serão oportunizadas aos estudantes. Entretanto, a

pesquisa evidenciou que os estudantes já estavam, mesmo nos anos iniciais do Ensino Fundamental habituados a esperarem a resolução coletiva na lousa para copiarem as respostas, ou a solicitar qual o algoritmo deveria ser utilizado para a resolução de uma determinada situação problema.

A falta de iniciativa dos estudantes, demonstrada na 1ª tentativa de resolução das atividades investigativas, evidencia 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.

O que reafirma as pontuações de Barbosa (2003), 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 (2001), 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.

Ao longo do processo, os estudantes foram percebendo a importância de registrar o desenvolvimento das ideias discutidas no grupo de trabalho, para sustentar as suas hipóteses de resolução, e, esta prática, de acordo com as observações da pesquisadora, contribuiu para ampliar a apropriação dos conceitos matemáticos. A seguir apresentam-se dois relatos, um de um estudante do grupo C, e outro, de um estudante do grupo D:

“As frações $\frac{1}{2}$ e $\frac{2}{4}$ são equivalentes, porque se eu repartir um bolo em duas partes e pegar uma, ou se eu repartir o mesmo bolo em quatro partes e pegar duas, a razão entre o bolo todo e a parte que eu peguei é a mesma.” Grupo C (16/12/2013)

“Duas frações são equivalentes, quando elas representam a mesma quantidade, mesmo que estejam escritas de forma diferente. Fizemos esse registro para ficar mais registrado também na nossa mente” Grupo D (16/12/2014)

A professora avaliou que as atividades desenvolvidas a cada etapa da Modelagem Matemática favoreceram o constructo da prática compreensiva dos conteúdos matemáticos trabalhados. E que a aplicação desta metodologia exigiu uma mudança na sua ação pedagógica, que gradativamente passou a ser menos dirigida e pautar-se na mediação. Ela também pontua a sua mudança de concepção com relação ao “erro”, que para ela repercutiu no aumento do envolvimento dos estudantes na realização das atividades, gerando mais aprendizagem. Conforme ela sinaliza no relato abaixo:

“A metodologia exigiu uma mudança na minha prática pedagógica que aos poucos foi ficando menos direcionada e assumindo uma postura de mediação, e essa mudança refletiu na participação dos estudantes. O fato de considerar o erro como parte do processo de aprendizagem permitiu maior compreensão e aprendizagem dos conceitos matemáticos”.
(P 26/11/2013)

O relato da professora confirma as afirmações de Skovsmose (2008) a respeito da investigação. Para o autor, 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, favorecendo a compreensão de que “aprender matemática” está relacionado ao “fazer matemática”.

Com relação os ganhos de aprendizagem relativos aos conceitos matemáticos, a pesquisadora ressalta que houve uma grande diferença com relação ao interesse e a participação dos estudantes no desenvolvimento das atividades em sala de aula, após a utilização da metodologia da Modelagem Matemática. E considera que as soluções empíricas trazidas pelos grupos na etapa das análises das hipóteses de resolução demonstraram que os conceitos trabalhados foram apropriados pelos estudantes.

Em seus relatos com a pesquisadora na 2ª entrevista, a respeito dos impactos da aplicação da Modelagem com uso do computador conectado na aprendizagem dos conhecimentos matemáticos, a professora pontuou a ampliação das possibilidades de desenvolvimento dos processos de pensamento pelo enfoque dado à prática compreensiva. Pois isso permitiu aos estudantes formularem suas

próprias questões, e no processo de busca por possibilidades de respostas, fazerem relações e conjecturas com aprendizagens anteriores. Essa atitude aproxima a Matemática escolar do seu papel formativo de acordo com os PCNs, contribuindo para que a sala de aula seja um ambiente propício à desestabilização de verdades, ao invés de um espaço de mera memorização de informações, sem aplicação e sentido para os estudantes.

d) Uso da Tecnologia em sala de aula:

A tecnologia é relevante para os estudantes, está incorporada nas suas práticas do dia a dia, o desafio para a sua utilização na sala de aula está na forma como ela inserida no processo de ensino e aprendizagem. A escola precisa fazer uso da tecnologia, em especial, do computador com acesso à Internet de forma crítica, no sentido da “busca”, da procura por respostas. Para que os estudantes possam refletir, conjecturar, e realmente, aprender, ao invés de simplesmente reproduzir e treinar.

Nesta pesquisa um dos objetivos a alcançar é a utilização do computador pelos estudantes visando ao desenvolvimento da autonomia e da criticidade, por meio de uma prática investigativa que os aproxime da condição de “buscadores”, ao invés, de meros “seguidores” (BURAK, 2004)

Pelas percepções da pesquisadora e dos relatos da professora descritos a seguir, a inserção da Modelagem na sala de aula teve suas ações dinamizadas e potencializadas pelo uso do laptop educacional UCA, utilizado de forma crítica nas atividades desenvolvidas ao longo desta pesquisa.

“Eu não considerava, mas só observando aqueles gráficos enormes no data show é que eu me conscientizei do quanto os estudantes estão imersos no contexto digital e de que ao trazer a pesquisa para a sala de aula eu poderia aproximá-los da Matemática, do mesmo modo, compreendi que por meio da tecnologia poderia contextualizar os conceitos matemáticos, mostrar suas aplicações e trazer sentido para as aprendizagens. Fui sensibilizada pelo grupo. É o mundo deles, a linguagem deles e são tantos recursos, que não há como negar que a Internet ao dinamizar a comunicação, potencializa a aprendizagem e traz mudanças cognitivas.” P (21/12/2013)

“Torna tudo mais dinâmico, mais acessível, não há limites de tempo e espaço para buscar as informações. Além dos conhecimentos que são foco da pesquisa, tem a questão da diversidade cultural, que indiretamente também está presente nas animações, nos diferentes idiomas, sons e imagens dos vídeos. Os alunos podem continuar as pesquisas além do espaço das aulas, compartilhar e socializar os conhecimentos uns com os outros e com os alunos de outras turmas e até de outras escolas. Nós temos dificuldades nessas ações, mas para eles é tudo muito tranquilo.” P (21/12/2013)

“Os conteúdos matemáticos que ainda não estavam sistematizados puderam ser trabalhados de forma lúdica e interativa como a adição e subtração com decimais, e o sistema monetário na loja virtual, onde as crianças ao colocar os produtos no carrinho virtual, precisavam fazer cálculos mentais e aproximações para ver se o dinheiro que possuíam era suficiente para pagar as compras e depois realizavam os algoritmos para conferir suas hipóteses. O mesmo acontecia na hora de pagar suas compras e conferir se o troco seu estava correto.(P 21/12/2013)

Outra atividade que trouxe ganhos para a aprendizagem dos conteúdos matemáticos, foi o trabalho com a reta numerada virtual, conforme as crianças posicionavam o mouse, o intervalo entre os números naturais se ampliava e apareciam as frações ou os números decimais que estão neste intervalo, tornando fácil para elas entenderem a infinidade de números que existe entre os números naturais e fazerem as relações entre a representação fracionária e decimal, como por exemplo: $\frac{1}{2}$ e 0,50; $\frac{1}{4}$ e 0,25; $\frac{3}{4}$ e 0,75. (P 21/12/2013)

Ao longo do desenvolvimento das atividades investigativas, com a mediação da professora, os estudantes acessavam sites onde podiam visualizar, “experenciar” por meio de jogos lúdicos, simulações, animações e outras formas de representação os conceitos e conteúdos mencionados.

Para ilustrar cita-se como exemplo a reta numerada virtual, que amplia o intervalo conforme o posicionamento do mouse sobre ela, oportunizando ao estudante visualizar os infinitos números fracionários e decimais que existem entre os números naturais. Ou, ainda, a loja virtual onde os estudantes podiam realizar compras colocando os produtos em um carrinho de supermercado virtual e depois teria que calcular a soma dos produtos, o valor a ser pago, o troco, as relações entre o peso, medida e preço dos produtos. Acessados em sites livres de alfabetização matemática.

Os estudantes também contribuíram com pontuações, relativas à aprendizagem dos conteúdos matemáticos e em relação à interação de ideias, recursos audiovisuais, e ao aplicativo para a construção de gráficos.

“Foi muito legal, vimos vídeos, animações, imagens reais sobre os problemas da escassez da água no mundo. Teve um momento em que

parecia que estávamos dentro de uma usina hidrelétrica, em outro estávamos numa ilha de lixo no Oceano Pacífico, da sala de aula podíamos ir para o mundo inteiro” Grupo A (16/12/2013)

“Gostamos de compartilhar nossos gráficos com os estudantes das outras turmas, e isso foi possível, graças ao computador que dinamizou a elaboração e a impressão colorida dos gráficos com as nossas opiniões, foi massa!” Grupo B (16/12/2013)

“A gente podia continuar trabalhando com os conteúdos matemáticos após as aulas, e continuar aprendendo brincando de fazer comprinhas na loja virtual e a gente mesmo sabia se tinha acertado as operações ou não na hora de pagar e conferir o troco. Grupo E (16/12/2013)

“A professora quase não usava o UCA nas aulas de Matemática, agora passamos a utilizar o UCA em quase todas as aulas.” Grupo D (16/12/2013)

“Tinha coisas que a gente nem sabia que existia. A Internet traz muitas informações diferentes e temos que fazer uma separação do que serve e do que não é dá para confiar.” Grupo A (16/12/2013)

Na opinião dos estudantes, o uso do computador conectado à Internet contribuiu para ampliar o universo das informações sobre o tema escolhido, contextualizar os conteúdos matemáticos, tornou as aulas mais interessantes, continuar as aprendizagens além da sala de aula e favorecer a compreensão dos conceitos matemáticos e a relação dos conteúdos matemáticos com as outras áreas de conhecimento. O que pode ser confirmado nas afirmações coletadas no 2º questionário aplicado aos estudantes relativas à esta questão:

“Não há limite, pudemos pesquisar sobre a questão da água na cidade, no estado, no país e no mundo. Não ficamos limitados ao roteiro da professora, as vezes, parecia que ela é que aprendia conosco.” Grupo B (16/12/2013)

“Em casa a gente entrava no site de Matemática que a professora indicou e ficava jogando para aprender mais sobre os conteúdos que a gente trabalhou em sala, era divertido aprender mais” Grupo C (16/12/2013)

“Tornou as aulas mais interessantes, fazemos relação com outras disciplinas”. Grupo D(16/12/2013)

“Antes de trabalhar os conteúdos da Matemática que a gente ia aprender, primeiro a gente viu aonde eles apareciam na vida real, foi super legal” Grupo E (16/12/2013).

Na opinião da professora a utilização do laptop UCA, durante as atividades realizadas na sala de aula ao longo da experiência da inserção da Modelagem

Matemática nas aulas de Matemática potencializou a comunicação e a interação entre os estudantes, suscitou reflexões e discussões sobre as problemáticas da sociedade nas aulas de Matemática e oportunizou aos estudantes a contextualização dos conteúdos matemáticos e a compreensão destes conteúdos numa abordagem interdisciplinar.

“O uso do laptop educacional UCA, potencializou o diálogo e a interação entre os estudantes na sala de aula. Da mesma forma sensibilizou para a questão da veracidade das informações obtidas. Os alunos se sentiram protagonistas na construção do conhecimento. Foi possível trabalhar a Matemática de forma contextualizada e interdisciplinar e ao mesmo tempo suscitar a reflexão sobre os problemas da sociedade” P (21/12/2013)

“O que mais me chamou a atenção foi a interação entre os estudantes e a troca de ideias, pois não há como negar que o computador com acesso a Internet promove a comunicação e a socialização das informações. E os recursos audiovisuais contribuem para a contextualização dos conteúdos e conseqüentemente, favorecem a compreensão.” P (21/12/2013)

Para a pesquisadora a utilização do laptop educacional UCA dinamizou a realização das atividades e propiciou maior interação entre as aprendizagens dos estudantes. Entretanto ela sinaliza a importância da mediação e do acompanhamento do professor (a) junto aos estudantes, no sentido de auxiliá-los à busca das informações com critério e rigor. Esta preocupação pode ser constatada nas afirmações de um dos estudantes, ratificada pelo grupo num momento de reflexão sobre as atividades realizadas durante a pesquisa exploratória: *“Tinha gente que ao invés de pesquisar, só queria jogar ou ficar no Facebook, a professora tinha que ficar antenada” D(16/12/2003).*

Assim as percepções da pesquisadora, da professora e dos estudantes estão alinhadas no sentido da compreensão de que a Metodologia da Modelagem Matemática permitiu o uso crítico da tecnologia, pois, por meio dela os estudantes utilizaram os recursos da Informática para dinamizar os processos de comunicação entre a turma e socializar os conhecimentos produzidos para além da sala de aula, buscarem informações, e auxiliar a compreensão dos conceitos que não estavam consolidados realizando estudos complementares. O uso do computador conectado favoreceu o acesso a diferentes formas de representação dos conceitos de fração, razão, proporção direta e inversa, localização na reta numerada, transposição de fração para número decimal, frações equivalentes, comparação de frações e

porcentagem ampliando as possibilidades de compreensão desses conceitos pelos estudantes.

A utilização do computador conectado para apoiar o desenvolvimento das atividades em sala de aula favoreceu as mudanças na prática pedagógica da professora, que saiu do centro do processo de ensino e aprendizagem passando a assumir a função de mediadora no processo de construção do conhecimento, e potencializou a participação dos estudantes, aproximando a sala de aula de um cenário para a investigação. (SKOVSMOSE 2008)

Entretanto também foram evidenciadas algumas considerações com relação ao uso da tecnologia que trouxeram dificuldades para o processo de ensino e aprendizagem dos conteúdos matemáticos em uma perspectiva crítica, descritos a seguir:

Segundo a professora:

“É preciso considerar que os alunos não estão habituados a pesquisas com reflexão. Querem ficar navegando, sem produzir, sem construir, sem ter que se esforçarem.” P (21/12/2013)

“A ferramenta UCA deixa muito a desejar em relação ao tamanho da tela; à velocidade do processador; à capacidade de memória para armazenamento; pelo motivo de que muitos deles precisam estar plugados às tomadas para funciona... Essas questões deixam os alunos irritados e impacientes, muitos já estão trazendo seus próprios tablets e a escola está permitindo, pois os UCAs com problemas não tem mais manutenção, são recolhidos e viram sucatas.” P (21/12/2013)

De acordo com a percepção dos estudantes:

“Houve dois encontros que a Internet da escola não estava funcionando e tivemos que fazer as atividades com o que foi possível, com o que havíamos salvado nos outros encontros.” Grupo A (16/12/2013)

“A tela do UCA é muito pequena, e dificulta bastante o que queremos fazer, mas deu para fazer alguma coisa.” Grupo B (16/12/2013)

“A caixa de som da escola não estava funcionando, então todas as apresentações ficaram sem som, e os vídeos nos UCAS travavam.” Grupo C (16/12/2013)

“Nossos “UCAs” não têm espaço na memória para armazenar arquivos pesados, os vídeos travavam. Ficamos limitados com relação ao uso dos recursos audiovisuais.” Grupo D (16/12/2013)

“Tinha gente que ao invés de pesquisar, só queria jogar ou ficar no Facebook, a professora tinha que ficar atendida. Têm muitos UCAs que não acessam a Internet, outros só funcionam ligados à tomada e na sala não há tomadas para todos, algumas vezes isso atrapalhou bastante.” Grupo E (16/12/2013)

Eixo 5: Mudanças sinalizadas no discurso e atitudes em relação à Matemática e à capacidade de aprender matemática.

Para averiguar as mudanças na concepção em relação à Matemática e à capacidade de aprender os conteúdos matemáticos foram observadas mudanças em relação ao:

a) Discurso e atitudes da professora em relação à Matemática e ao ensino dos conteúdos matemáticos:

b) Discurso e atitudes dos estudantes em relação à Matemática e ao ensino dos conteúdos matemáticos:

Evidências oriundas dos instrumentos da professora, dos estudantes e da pesquisadora em relação à Matemática e ao ensino e aprendizagem dos conteúdos matemáticos:

Para a pesquisadora 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 com ferramentas 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, como pode ser percebido nos seguintes relatos:

Para a professora:

“Trouxe sentido, significado, contextualização aos conteúdos da Matemática. Propiciou a noção da interdisciplinaridade da Matemática com as outras áreas do conhecimento.” P (21/12/2013)

“Inseriu a ideia da Matemática como uma construção social, um processo que aconteceu natural mete ao longo da história da humanidade para resolver situações, problemas visando facilitar, melhorar a vida das pessoas.” P (21/12/2013)

“Não há apenas uma única resposta, trouxe a ideia de vários caminhos, várias possibilidades de soluções.” P (21/12/2013)

“Contribuiu com a ideia da Matemática como um conhecimento que está em desenvolvimento e se transformando continuamente.” P (21/12/2013)

“A Matemática está em toda parte e está acessível a todos que desejarem aprender mais sobre ela.” P (21/12/2013)

Para os estudantes:

“Agora quando estamos aprendendo algo nas aulas de Matemática, queremos saber para que serve, onde podemos usar tal conhecimento, antes a gente nem se importava com isso.” Grupo A (16/12/2013)

“Foi uma experiência legal, vai ficar marcada na nossa memória. Aprendemos que a Matemática está em tudo o que fazemos no nosso dia-a-dia e isso nos motivou a aprender mais.” Grupo C (16/12/2013)

“Hoje a gente tem a compreensão de que a Matemática não serve só para resolver problemas. Serve para a gente se relacionar com o mundo, como ver as horas, medir, saber a porcentagem de um desconto por exemplo.” Grupo D (16/12/2013)

“Aprendemos bem mais do que Matemática, aprendemos a nos relacionar melhor, a respeitar e ouvir uns aos outros e a entendermos que somos responsáveis pela nossa aprendizagem.” Grupo E (16/12/2013)

“No começo tínhamos medo de errar, com o passar das aulas percebemos que o erro faz parte do caminho para a aprendizagem.” Grupo D (19/10/2013)

Skovsmose (2008), considera que esta forma de “fazer Matemática” 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.

A Modelagem segundo Burak (2004), Caldeira (2007) e Chaves e Espírito Santo (2008), possibilita ao estudante perceber que ele está inserido em um mundo, com o qual interage permanentemente e é por meio dessa interação que a Matemática adquire significado para ele.

Percepções da pesquisadora a respeito das contribuições da METODOLOGIA DA PESQUISA-AÇÃO para este estudo:

- a) As avaliações processuais realizadas ao final de cada etapa da Modelagem Matemática contribuíram para o amadurecimento das relações entre os estudantes e do grupo. Oportunizaram a prática da democracia e a participação de um número maior de estudantes nas atividades em sala de aula. E ampliaram as possibilidades de desenvolvimento do espírito crítico e da constituição da independência de pensamento dos estudantes: base da autonomia (BAGNO, 2006).
- b) As discussões e reflexões suscitadas nos momentos de avaliação, oportunizados pela metodologia adotada, favoreceram a valorização das diferentes singularidades dos sujeitos participantes e contribuíram para o fortalecimento do comprometimento de cada um nas decisões coletivas do grupo.
- c) O trabalho em conjunto com a professora nas reuniões de estudo, planejamento, avaliação e redirecionamento das ações da pesquisa trouxe amparo em relação às dificuldades encontradas na aplicação da metodologia, e propiciaram à professora suporte teórico para o desenvolvimento das atividades ao longo da inserção da modelagem matemática em sala de aula.

6. CONSIDERAÇÕES

A metodologia da Modelagem Matemática, em uma perspectiva de Educação Matemática Crítica, defendida por este trabalho, propõe uma modificação na forma como os conteúdos são escolhidos e no modo como são abordados, com vistas a desenvolver a compreensão dos conteúdos matemáticos e a aproximá-los das situações do dia a dia dos estudantes. Esta metodologia desafia o professor a exercer uma prática pedagógica que considera desde o planejamento, atividades de aprendizagem que propiciem a simulação de experiências, a contextualização das situações-problemas, à autonomia em relação à busca de informações, à participação e o envolvimento dos estudantes nas várias etapas de desenvolvimento das atividades.

A questão da pesquisa que norteou este estudo foi analisar os impactos da inserção da Modelagem Matemática, em uma perspectiva de Educação Matemática Crítica, nas relações de ensino e aprendizagem de uma turma do 5º ano do Ensino Fundamental de uma escola pública inserida no Programa UCA. O estudo pretendia ainda, discutir esta questão relacionando-a ao uso do computador conectado, nas ações desenvolvidas em sala de aula.

A pesquisa sustenta o desejo de contribuir para que os professores de Matemática percebam que os conceitos matemáticos possam ser trabalhados por meio de ações que possibilitem a prática compreensiva e a aplicação dos conceitos matemáticos pelos estudantes, diferente das metodologias ainda utilizadas preponderantemente nas salas de aulas, pautadas na execução de listas de exercícios e com ênfase na memorização de procedimentos que não trazem sentido para a aprendizagem dos conceitos matemáticos.

Nesta perspectiva, as questões analisadas foram relacionadas à cultura da Matemática e à aprendizagem dos conceitos matemáticos no currículo escolar considerando o desenvolvimento da criatividade e da cidadania dos estudantes frente às transformações e às exigências da sociedade contemporânea.

A análise realizada sinalizou algumas questões e reflexões que podem se ampliadas em outros estudos nesta direção. Entre elas:

- Que a professora participante e os demais professores que se envolveram indiretamente com a pesquisa tinham a concepção de que a Modelagem é uma metodologia para ser utilizada eventualmente, em projetos ou atividades no contra-

turno, ao invés do dia a dia da sala de aula, confirmando os estudos de (Chaves e Espírito Santo; 2008), sobre as concepções explicitadas pelos professores do Ensino Fundamental em relação à Modelagem Matemática;

- Sinalizou a necessidade de aprimoramento na formação inicial e contínua dos professores do Ensino Fundamental, concordando com a pesquisa realizada por (Burak; 2010), que apontou uma desatualização dos professores do Ensino Fundamental, não apenas no que diz respeito à Modelagem Matemática, mas em relação às inovações metodológicas para a prática pedagógica;

- Que foi relevante para a professora o tempo e o espaço para o planejamento com a pesquisadora, para receber suporte em relação aos referenciais teóricos que sustentam a abordagem da Educação Matemática, da Modelagem Matemática, na perspectiva crítica e da Informática na Educação, como também para o exercício da prática reflexiva sobre as ações desenvolvidas na sala de aula. Sinalizando a importância de um currículo aberto e flexível que oportunize aos professores espaços para troca de experiências, estudos, reflexão e apoio ao trabalho pedagógico no início da aplicação de inovações metodológicas;

- Que embora a professora participante tenha percebido que a Modelagem possibilita o rompimento com as práticas de ensino pautadas no paradigma tradicional (Skovsmose, 2008), o compromisso de trabalhar os conteúdos da grade curricular da escola a deixa insegura em continuar a aplicar esta metodologia em sala de aula;

- Que a inserção da Modelagem na sala de aula possibilitou o exercício da democracia na sala de aula, maior autonomia de pensamento e aumento do compromisso com os combinados realizados pelo coletivo da turma. E, estas mudanças suscitam a construção de um currículo escolar que considere a discussão de ações coletivas que estejam em conformidade com o exercício da democracia e o desenvolvimento da criticidade, pois estas não são atribuições apenas da Educação Matemática;

- Que a inserção da Modelagem Matemática propiciou o uso do computador na sala de aula, em uma perspectiva crítica;

- Que inserção da Modelagem na sala de aula teve suas ações dinamizadas e potencializadas pelo uso do computador conectado (laptop educacional UCA). Que contribuiu para ampliar o universo das informações sobre o tema escolhido, contextualizar os conteúdos matemáticos, apoiar estudos complementares para a

apropriação e sistematização dos conceitos trabalhados, contribuir para a compreensão da relação da Matemática com as outras áreas de conhecimento e dinamizar a comunicação e a interação entre os estudantes, favorecendo a troca de ideias e a socialização dos conhecimentos construídos;

- Que o uso do computador conectado oportunizou o acesso a diferentes formas de representação dos conceitos de fração, equivalência entre frações, razão, proporção, número decimal e porcentagem ampliando as possibilidades de compreensão desses conceitos pelos estudantes;

- Que a utilização do computador conectado para apoiar o desenvolvimento das atividades em sala de aula contribuiu para propiciar mudanças na prática pedagógica da professora, que saiu do centro do processo de ensino e aprendizagem passando a assumir a função de mediadora no processo de construção do conhecimento, e isso, potencializou a participação dos estudantes nas atividades, aproximando a sala de aula de um cenário para a investigação. (SKOVSMOSE 2008)

- Que a Modelagem aplicada no dia a dia da sala de aula contribuiu para a desconstrução de uma prática pedagógica que não concebe o erro como elemento constituinte da aprendizagem e não considera os saberes, as singularidades e as vivências dos estudantes além do contexto da sala de aula.

- Que os ganhos sinalizados com relação à aprendizagem dos conceitos matemáticos, após a inserção da metodologia da Modelagem nas aulas de Matemática estão relacionados à prática compreensiva desenvolvida no dia a dia das aulas, que permitiu aos estudantes formularem suas próprias questões e no percurso de busca por possibilidades de respostas, fazerem relações e conjecturas com conceitos apropriados anteriormente;

- A pesquisa apontou, que especialmente no contexto dos anos iniciais, faz-se necessário o acompanhamento presente, uma intervenção pedagógica mais pontual e em alguns momentos, até um direcionamento do professor para que os estudantes não se distanciem dos objetivos da aula ou fiquem desmotivados no desenvolvimento das atividades investigativas;

- Confirmando os estudos de Barbosa (2001), a respeito da aplicação da Modelagem no Ensino Fundamental, a pesquisa sinalizou que especialmente nos

anos iniciais, similar ao que acontece no processo de alfabetização, faz-se necessário que o professor introduza junto à incorporação da prática compreensiva, atividades que propiciem o desenvolvimento da autonomia de pensamento das crianças.

- Que a Modelagem a Matemática contribuiu para que o grupo percebesse que a Matemática não se restringe ao seu próprio contexto, mas que é construída nas relações do dia a dia das pessoas com o mundo, e desta forma está acessível a todos que acreditam na capacidade inerente aos seres humanos de “aprender a aprender” continuamente, de modo que 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, e dedicação e comprometimento do (a) professor (a) e dos estudantes no sentido de buscarem novos modos de ensinar e aprender e de serem corresponsáveis por seus processos de desenvolvimento e pela construção coletiva do conhecimento.

Assim, respondendo a 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 um 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.

Considera-se que as discussões suscitadas na análise desta pesquisa em relação à inserção da Modelagem Matemática, em uma perspectiva de Educação Matemática Crítica, no dia a dia da sala de aula são relevantes para ampliar as reflexões em relação à Matemática, e ao ensino e a aprendizagem dos conteúdos matemáticos.

Finaliza-se este estudo compreendendo-se que o fim de uma etapa pontua o início de outra. Assim, após as reflexões suscitadas pelo percurso delineado por

esta pesquisa, busca-se compreender a Modelagem Matemática para além do seu caráter metodológico. Pretende-se investigar quais são as suas contribuições para o desenvolvimento humano? Quais às mudanças cognitivas que ela pode desencadear por seu caráter investigativo, reflexivo e argumentativo?

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, L. M. W.; DIAS, M. R. Um estudo sobre a modelagem matemática como estratégia de ensino e aprendizagem. **Bolema**, Rio Claro, ano 12, n. 22, p. 19-36, 2005.
- ALRO, H.; SKOVSMOSE, O. **Diálogo e Aprendizagem em Educação Matemática**. São Paulo: Autêntica, 2006.
- BAGNO, M. **Pesquisa na escola: o que é, como se faz?** 5ª Edição, Paulo: Loyola, 2006.
- BARBOSA, J. C. Modelagem na Educação Matemática: contribuições para o debate teórico. In: Reunião anual da ANPED, 24, 7 a 11 de outubro, 2003, Caxambu, **Anais...** Rio de Janeiro: ANPED, 2001, p. 1-15.
- _____. **Modelagem matemática na sala de aula**. *Perspectiva*, v. 27, PP. 65-74, 2003.
- _____. **Modelagem matemática: O que é? Porquê? Como?** *Veritati*, n. 4, PP. 73-80, 2004.
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 2011.
- BARONI, R. L. S.; NOBRE, S. A pesquisa em história da matemática e suas relações com a história da matemática. In: BICUDO, M. A. V. **Pesquisa em Educação Matemática: concepções e perspectivas**. São Paulo: Unesp, 1999.
- BARRANTES, M.; BLANCO. **Recuerdos, expectativas y concepciones de los Estudiantes para Maestro sobre la Geometría escolar y su enseñanza/aprendizaje**. Tese de Doutorado publicada em CD. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Extremadura. Cáceres, 2006.
- BASSANEZI, R. C. **Ensino-aprendizagem com Modelagem Matemática**. São Paulo: Ed. Contexto, 2004.
- BAZZO, W. A. et al. **Educação tecnológica, enfoques para o ensino de engenharia**. Florianópolis: Edefsc, 2000.
- BIEMBENGUT, M. S. **Modelagem & implicações no ensino-aprendizagem de matemática**. Blumenau, Furb., 1999.
- BORBA, M. C.; VILLARREAL, M. E. **Humans-with-Media and the Reorganization of Mathematical Thinking: Information and Communication Technologies, Modeling, Experimentation and Visualization**. Nova York: Springer, 2005.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais**: terceiro e quarto ciclos do ensino fundamental: matemática. Brasília, D. F.: MEC/SEF, 1999.

_____. **Parâmetros Curriculares Nacionais**: Ensino Médio. Matemática. Brasília, D. F.: MEC/SEF, 2001.

BRASIL, R. R. **Modelagem matemática**: uma contribuição para a construção do conhecimento matemático nos anos iniciais da educação básica. Dissertação. Porto Velho: UNIR, 2013.

BURAK, D. **Modelagem Matemática**: uma metodologia alternativa para o ensino da matemática na 5ª série. 1987. 186 f. dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Rio Claro, 1987.

_____. **Modelagem Matemática**: ações e interações no processo de ensino-aprendizagem. Campinas. 1992. 459 f. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Estadual de Campinas. Campinas. 1992.

_____. A Modelagem Matemática na sala de aula. In: ENCONTRO PARANAENSE DE MODELAGEM EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA – EPMEM, 1., Londrina. **Anais...** Londrina, 2004. 1 CD-ROM.

_____. Modelagem Matemática na educação básica numa perspectiva de educação matemática. In: BURAK; PACHECO; KLÜBER. (Org.). **Educação matemática**: reflexões e ações. Curitiba: CRV, 2010. V. 1. P. 147-166.

BURAK, D.; KLÜBER, T. Concepções de Modelagem Matemática: contribuições teóricas. **Educação Matemática Pesquisa**, São Paulo, v. 10, n. 1, p 17-34, 2008b.

CALDEIRA, A. D. A Modelagem Matemática e suas relações com o currículo. In: CONFERÊNCIA NACIONAL SOBRE MODELAGEM E EDUCAÇÃO MATEMÁTICA – CNMEM, 4., 2005, feira de Santana. **Anais...** Feira de Santana: UEFS, 2005. 1 CD – ROM.

_____. Etnomatemática e suas relações com a educação matemática na infância. In: BARBOSA, J. C.; CALDEIRA, A. D.; ARAÚJO, J. L. (Org.). **Modelagem Matemática na Educação Matemática Brasileira**: pesquisas e práticas educacionais. Recife: SBEM, 2007. P.81 – 98.

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.

COSTA, S. J. R.; RAABE, André Luís Alice. Aprendizagem Matemática do Cotidiano: Análise das Estratégias de Ação no Jogo de Bola de Gude. In: Workshop de Informática na Escola, 2011, Aracaju. **Anais** do... Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, 2011. v. 1. p. 1236-1245, 2011.

D.AMBROSIO, U. **Da realidade à ação**: reflexões sobre educação e matemática. Campinas: Unicamp, 1986.

_____. **Educação matemática**: Da teoria à prática. São Paulo: Papirus, 1996.

_____. A história da matemática: questões historiográficas e políticas e reflexos na educação matemática. In: BICUDO, M. A. V. **Pesquisa em Educação Matemática**: concepções e perspectivas. São Paulo: Unesp, 2000.

_____. **Educação Matemática**: da teoria à prática. 6. Ed. Campinas, SP: Papirus, 2004.

DEMO, P. **Pesquisa princípio científico e educativo**. 9. Ed. São Paulo: Cortez, 2002.

DIAS JUNIOR, L. D., Dias, 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**.

DICK, S. M. **As políticas públicas para o ensino secundário na Bahia**: liceu provincial, 1860-1890. 1998. 280f. Tese. (Doutorado em Educação) - Salvador: Universidade Federal da Bahia, UFBA, 1998.

FIORENTINI, D.; LORENZATO, S. **O profissional em educação matemática**. Disponível em: <http://sites.unisanta.br/teiadodosaber/apostila/matematica/profissioalem_Educacao_Matematica-Erica2108.pdf> Acesso em: 23 mar.2001.

FLORES, C. R.; MORETTI, M. T. **Metodologia do ensino de matemática**. Florianópolis: UFSC/EAD/CED/CFM, 2008.

FOUCAULT, M. **Microfísica do poder**. Tradução Roberto Machado. 24. Ed. Rio de Janeiro: Edições Graal, 2004.

FRANCO, M. A. R. S. Pedagogia da pesquisa-ação. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 31, n. 3, p. 483-502, set./dez. 2005.

FREIRE, P. **Pedagogia do Oprimido**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1981.

_____. **Pedagogia da autonomia**. 42. Ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2005.

FREIRE, P.; SHOR, I. **Conscientização**: teoria e prática da libertação: uma introdução ao pensamento de Paulo Freire. São Paulo: Moraes, 1986.

GOLDENBERG, M. **A arte de Pesquisar**: como fazer pesquisa em Ciências Sociais. 7 ed. Rio de Janeiro: Record, 1999.

KAVIATKOVSKI, Marinês Avila de Chaves. **A modelagem matemática como metodologia de ensino e aprendizagem nos anos iniciais do ensino fundamental**. 2012. 136f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2012.

LÉVY, Pierre. **Cibercultura**. São Paulo: 34, 1999.

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.

MEYER, J. F. C. A. Prefácio do texto do GT10: Modelagem Matemática (11-13). In: BARBOSA, J. C.; CALDEIRA, A. D.; ARAÚJO, J. L. (Org.). **Modelagem Matemática na Educação Brasileira**: pesquisa e práticas educacionais. Recife, PE: SBEM – Sociedade Brasileira de Educação Matemática, 2007. V. 3. P. 1-268.

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

NOGUEIRA, A. Mais cultura, mais educação, mais cidadania. **Revista Escola Viva**, v. 2, p. 38-45, 2008.

ONUCHIC, L de la R. Ensino-aprendizagem de Matemática através da resolução de Problemas. In: BICUDO, M. A. V. (Org.). **Pesquisa em educação matemática**. São Paulo: UNESP, 1999. p. 199-218.

PAPERT, S. **A máquina das crianças**: repensando a escola na era digital. Porto Alegre: Artes Médicas, 2008.

PAPERT, S. **A família em rede**: ultrapassando a barreira digital entre gerações. Lisboa: Relógio D'Água Editores, 2006.

_____. **A máquina das crianças**: repensando a escola na era digital. Porto Alegre: Artes Médicas, 1988.

PENTEADO M. G. Novos atores, novos cenários: discutindo a inserção dos computadores na profissão docente. In: BICUDO, M. A. V. **Pesquisa em Educação Matemática**: concepções e perspectivas. São Paulo: UNESP, 2004.

POZO, J. I.; ECHEVERRÍA, M.D. P. P. **Aprender a resolver problemas e resolver problemas para aprender**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998.

RENTAS, C. G. **Educação Matemática Crítica: o desenvolvimento de uma pesquisa-ação**. Dissertação. São Paulo; SP [s.n], 2010.

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, O. Cenários para investigação. **Boletim de Educação Matemática**, Rio Claro, n. 14, p. 66-91, 2000.

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

_____. **Desafios da reflexão em educação matemática crítica**. Campinas/SP: Papirus, 2008.

SOARES, D. A. **Educação Matemática Crítica: Contribuições para o Debate Teórico e seus Reflexos nos Trabalhos Acadêmicos**. PUC/SP, 2008.

SUSMAN, G.I; EVERED, R.D. **An assessment of the scientific merits of action research**. *Administrative Science Quarterly*. New York, v.23. n. 4, p. 582-603, December, 1978.

TORTOLA, E. **Os usos da linguagem em atividades de Modelagem Matemática nos anos iniciais do Ensino Fundamental**. 2012. 168 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2012.

VALENTE, J. A. (Org). **O computador na sociedade do conhecimento**. Campinas: UNICAMP/NIED, 1993.

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

APÊNDICES

LISTA DE APÊNDICES

Apêndice A: Roteiro da entrevista inicial com a professora de matemática	177
Apêndice B: Roteiro da entrevista final com a professora de matemática	178
Apêndice C: Questionário inicial aplicado aos estudantes	179
Apêndice D: Questionário final (1ª Parte) aplicado aos estudantes	181
Apêndice E: Questionário final (2ª Parte) aplicado aos estudantes	182
Apêndice F: Instrumento da pesquisadora dos momentos com a professora	183
Apêndice G: Instrumento da pesquisadora das observações nas aulas	184
Apêndice H: Solicitação para a realização da Pesquisa	185
Apêndice I: Termo de consentimento livre e esclarecido da professora	186
Apêndice J: Termo de consentimento livre e esclarecido dos estudantes	189
Apêndice K: Termo de consentimento livre e esclarecido para os responsáveis	191
Apêndice L: Quadro com datas e pautas dos momentos com a professora	194
Apêndice M: Quadro com as datas e as pautas das ações em sala de aula	195
Apêndice N: Quadro das informações para as atividades investigativas	197
Apêndice O: Atividades investigativas elaboradas pelos grupos	198
Apêndice P: Atividade investigativa trabalhada com os responsáveis	200
Apêndice Q: Transcrição dos depoimentos dos estudantes	201

Apêndice A - Roteiro da entrevista inicial com a professora de matemática do 5ºano

- 1) O que você espera desta pesquisa-ação a respeito da inserção da Modelagem Matemática em sala de aula?
- 2) Descreva quais as dificuldades para o processo de ensino e aprendizagem nas aulas de Matemática?
- 3) Cite as estratégias didáticas ou recursos metodológicos que você utiliza nas aulas de Matemática?
- 4) Você utiliza o computador conectado nas aulas de Matemática com os alunos?
- 5) Você já utilizou a Internet para pesquisas nas aulas de Matemática, e se já utilizou, relacionou com os conteúdos matemáticos?
- 6) Para você qual é o papel da Matemática na sociedade em que vivemos? Porque é importante aprender os conteúdos matemáticos?
- 7) Você considera que está contribuindo para esses objetivos?
- 8) Em sua opinião, a escola apoia práticas pedagógicas diferenciadas?
- 9) Você tem afinidade com a Matemática, ou seja, foi opção sua lecionar só a disciplina de Matemática nos anos iniciais?
- 10) Na sua percepção, o que favoreceria a prática pedagógica para o trabalho com as atividades investigativas na sala de aula?

Apêndice B - Roteiro da entrevista final com a professora de matemática do 5ºano

- 1) Em sua opinião, a estratégia didática da Modelagem Matemática contribui para o desenvolvimento sócio crítico dos estudantes?
- 2) Você considera a Modelagem Matemática com o uso do computador com acesso à Internet, uma metodologia relevante para o processo de ensino e aprendizagem da Matemática? Justifique.
- 3) A Educação Matemática Crítica se fundamenta no pressuposto da substituição do paradigma da lista de exercícios pelo paradigma da prática investigativa e objetiva o desenvolvimento dos estudantes na dimensão sócio crítica. Em sua opinião, de que forma a matemática escolar precisa ser trabalhada para que esse objetivo seja alcançado?
- 4) Em sua concepção, quais as possibilidades da metodologia da Modelagem Matemática na perspectiva da Educação Matemática Crítica para o currículo da escola, para a prática pedagógica e para a aprendizagem dos estudantes?

Currículo da escola / Prática pedagógica / Aprendizagem dos Estudantes

- 5) Você percebeu diferença no modo como é trabalhado os conteúdos matemáticos na Pesquisa na Modelagem Matemática? Que diferenças você identificou em relação à: prática pedagógica / participação dos estudantes?
- 6) Foi relevante o uso do computador com acesso à Internet nas atividades desenvolvidas em sala de aula durante a inserção da Modelagem Matemática em sala de aula?
- 7) Quais as contribuições que a utilização do computador com acesso à Internet trouxe para o processo de ensino e aprendizagem?
- 8) Quais as dificuldades que você identificou no desenvolvimento das ações da Modelagem Matemática com o uso do computador com acesso à Internet no processo ensino e aprendizagem da Matemática?

Apêndice C - Questionário inicial aplicado aos estudantes do 5º ano

ESTUDANTE: _____

TURMA: _____

DATA: ___/___/___

1ªParte: Perguntas Abertas (Discursivas)

- 1) Em sua opinião estudar Matemática é interessante?

- 2) O que você espera deste estudo com a inserção da pesquisa com o uso do computador nas aulas de Matemática?

- 3) Descreva quais as dificuldades para o processo de aprendizagem que você observa nas aulas de matemática.

2ªParte: Questões objetivas:

Querido(a) estudante, responda as questões a seguir com base em suas percepções em relação à utilização da pesquisa e ao uso do computador com acesso à Internet nas aulas de Matemática.

- 1) Você tem computador com acesso à Internet em casa?
 Sim
 Não

- 2) Que suportes você utiliza para acessar à Internet?
 Laptop recebido pelo Programa UCA
 Computador em casa
 Smartfone
 Tablet
 Laptop
 Computador na biblioteca da escola
 IPOD

- 3) Quantas vezes por semana você acessa à Internet?
 1 vez 2 a 4 vezes 3 a 7 vezes Mais de 7 vezes

4) Como você utiliza o computador? (para jogar; se comunicar; buscar informações funcionais sobre o trânsito, horário dos ônibus, previsão do tempo; realizar pesquisas escolares; realizar estudos complementares em casa).

- Jogar
- Se comunicar
- Obter Informações usuais
- Pesquisas Escolares
- Estudos Complementares

5) Cite os recursos metodológicos utilizados nas aulas de Matemática.

- Exercícios do livro didático
- Materiais Concretos
- Pesquisas na Internet
- Jogos digitais
- Aulas expositivas
- Simulações e outros
- Resolução de Problemas

6) Você faria aulas complementares utilizando a Internet além da sala de aula?

- Sim
- Não

Apêndice D - Questionário final aplicado para coletar as percepções dos estudantes
(1ª Parte)

DATA: ___/___/___

ESTUDANTE: _____ TURMA: _____

1) O uso do computador com acesso à internet para pesquisa e outras atividades nas aulas de Matemática tornou as aulas de Matemática mais interessantes?

() Sim () Não () Em parte

2) O uso do computador com acesso à internet nas aulas de Matemática tornou os conteúdos matemáticos contextualizados?

() Sim () Não () Em parte

3) Você gostaria de aulas de matemática com pesquisas com a utilização do computador com acesso à Internet?

() Sim () Não () Em parte

4) O uso da internet nas aulas de Matemática contribuiu para enriquecer as pesquisas e as discussões sobre os temas trabalhados, contribuindo para a interdisciplinaridade da Matemática ?

() Sim () Não () Em parte

5) Escreva a sua opinião sobre a Modelagem Matemática com o uso do computador com acesso à Internet nas aulas de Matemática.

Apêndice E - Questionário final aplicado aos para coletar as percepções dos
estudantes (2ª Parte)

DATA: ___/___/___ GRUPO ___

ESTUDANTES: _____

Perguntas Abertas(Discursivas) RESPONDIDAS PELOS ESTUDANTES

1 -O grupo percebeu diferença entre o modo como foi trabalhado os conteúdos matemáticos com a MODELAGEM MATEMÁTICA e as demais experiências desenvolvidas anteriormente nas aulas de Matemática?

() Sim () Não

2 - Se a resposta foi sim, comente as diferenças que você identificou na dinâmica de sala de aula em relação ao exercício da democracia durante as ações da pesquisa:

- a) Nas relações entre os estudantes:
- b) Na relação entre a professora e os estudantes:

4 - O grupo observou se houve maior interesse e participação ativa dos estudantes na construção do conhecimento nas aulas de Matemática?

5 - A Modelagem Matemática, na percepção do grupo, propiciou o desenvolvimento da criticidade dos estudantes, favorecendo a constituição da independência de pensamento e da autonomia?

6 -Na opinião do grupo, a utilização do computador com acesso à Internet na Modelagem Matemática enriqueceu/potencializou a construção dos conhecimentos pelos estudantes? Em que aspectos?

7 -O grupo identificou dificuldades na realização das ações da Modelagem Matemática com a utilização do computador com acesso à Internet? Se a resposta é sim, descreva-as:

8 - Como o grupo compreende que a metodologia da Modelagem Matemática pode contribuir para a aprendizagem dos estudantes?

8 - Vocês perceberam mudanças em relação à aprendizagem? De que forma?

Apêndice F- Instrumento da pesquisadora dos momentos com a professora

Registro das percepções da pesquisadora dos momentos com a professora				
DATA: __/__/__	DATA: __/__/__	DATA: __/__/__	DATA: __/__/__	DATA: __/__/__
Preocupações da professora				
Potencialidade e Dificuldades em relação à prática pedagógica				
Uso da tecnologia				
Planejamento/preparação das aulas				
(Trabalho em grupo com a professora)				

Apêndice G - Instrumento da pesquisadora das observações em sala de aula

Instrumento da pesquisadora das observações em sala de aula				
DATA: _/_/	MUDANÇAS NA DINÂMICA DE SALA DE AULA a) Na relação entre a profª e os estudantes b) Na relação entre os estudantes.	CONSTRUÇÃO DO CONHECIMENTO EM SALA DE AULA a) Participação dos estudantes b) Realização das atividades c) Desenvolvimento da autonomia e da criticidade d) Uso da tecnologia	MUDANÇAS DA CULTURA em relação à Matemática e a aprendizagem da Matemática na profª e nos estudantes a) Atitudes b) Discurso	DIFICULDADES E POTENCIALIDADES da Inserção da Modelagem Matemática em sala de aula.
GRUPOS	Evidências +/- ou Sem Evidências de Variações (SEV)	Evidências +/- ou Sem Evidências de Variações (SEV)	Evidências +/- ou Sem Evidências de Variações (SEV)	Evidências +/- ou Sem Evidências de Variações (SEV)
01				
02				
03				
04				
05				
PROFESSORA				
Observações:				

Apêndice H - Solicitação para a realização da Pesquisa

Ao Diretor do Colégio de Aplicação/UFSC

Prezado Senhor, tendo como perspectiva desenvolver a pesquisa intitulada “**A Modelagem Matemática pautada na investigação e no uso do computador conectado nas aulas de Matemática nos anos Iniciais: em direção à Educação Matemática Crítica**”, apresentamos os seguintes objetivos:

- Analisar as contribuições da Modelagem Matemática apoiada pelo uso do computador conectado para o ensino e a aprendizagem da Matemática nos anos iniciais.
- Discutir as potencialidades e dificuldades de implantação da Modelagem Matemática no contexto dos anos iniciais;
- Identificar transformações, invariantes no discurso e ações da professora ao vivenciar a experiência de Modelagem Matemática;
- Analisar o desenvolvimento de um posicionamento crítico e do exercício da democracia nas relações entre os estudantes e entre eles e a professora durante as aulas.

–

Eu, Silvana Leonora Lehmkuhl Teres, professora do Colégio de Aplicação e acadêmica do curso de Mestrado da Universidade do Vale do Itajaí – UNIVALI, regularmente matriculada, e sob o consentimento desta instituição com relação ao caráter científico da pesquisa, tendo como orientação técnica e profissional do professor doutor André Luís Alice Raabe, solicito a apreciação do projeto de pesquisa em anexo.

No aguardo do deferimento do pedido acima exposto, agradeço a atenção.

Cordialmente,

André Luís Alice Raabe
Professor/ Orientador

Silvana Leonora Lehmkuhl Teres
Acadêmica/ Pesquisadora

Apêndice I – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido da Professora

**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO
PARA A PROFESSORA DE MATEMÁTICA DOS ANOS INICIAIS**

Você está sendo convidada a participar, como voluntária, de uma pesquisa-ação a ser desenvolvida no Colégio de Aplicação/UFSC. Após ser esclarecida sobre as informações a seguir, no caso de aceitar fazer parte do estudo, rubricue todas as páginas e assine ao final deste documento, com as folhas rubricadas pelo pesquisador e assinadas pelo mesmo, na última página. Este documento está em duas vias. Uma delas é sua e a outra é do pesquisador responsável. Em caso de recusa, você não será penalizado (a) de forma alguma.

INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA:

Título do Projeto: **A Modelagem Matemática pautada investigação e no uso do computador conectado nas aulas de Matemática nos anos Iniciais: em direção à Educação Matemática Crítica** Professor Responsável: André Luís Alice Raabe

Pesquisadora: Silvana Leonora Lehmkuhl Teres

O presente projeto tem como objetivo analisar as contribuições da Modelagem Matemática apoiada pelo uso do computador conectado para o ensino e a aprendizagem da Matemática nos anos iniciais.

A sua contribuição na Pesquisa consistirá em permitir que o desenvolvimento da pesquisa-ação ocorra nas suas aulas de matemática em uma turma de 5º ano do Ensino Fundamental I, participar de dois encontros para planejamento e estudo junto à pesquisadora e responder a duas entrevistas, uma no início do trabalho e outra na finalização da Pesquisa.

O roteiro das entrevistas tem perguntas semiestruturadas, de forma que poderá haver acréscimo de outras perguntas de acordo com a necessidade. As entrevistas terão duração média de trinta (30) minutos. Se necessário, poderão ser realizados outros encontros, a fim de esclarecer dúvidas ou finalizar estudos ou planejamentos não concluídos nos encontros previstos

Caso concorde com o que será exposto, ficaremos imensamente gratos pelo seu consentimento. A pesquisa será composta pelas seguintes etapas: (1) Contato com a Escola (direção); (2) Seleção dos sujeitos indicados pela Coordenação Pedagógica da escola; (3) Contato com os estudantes (as) selecionados; (4) Reunião com os responsáveis dos estudantes; (5) Desenvolvimento dos trabalhos com os sujeitos-participantes (Professora e estudantes selecionados); (6) Entrevistas com os sujeitos-participantes (Professora e estudantes selecionados). O(s) convidado(s) (sujeito) que concordar em participar desta pesquisa assinará o Termo de Consentimento Livre Esclarecido.

Os riscos, por ventura sofridos, serão apenas psicológicos e serão minimizados pois serão respeitadas as individualidades de cada participante e também pelo fato da pesquisa não divulgar dados individuais, e sim, do grupo. Os participantes não receberão nenhuma remuneração pela participação na pesquisa, os benefícios recebidos serão em termos de produção de conhecimento, a fim de proporcionar o incremento de práticas educacionais onde a Educação Matemática Escolar seja mais significativa e contribua para o desenvolvimento dos estudantes.

Quanto aos aspectos éticos, os pesquisadores informam que:

- ✓ Os dados pessoais do participante serão mantidos em sigilo, garantindo seu anonimato, e o resultado apenas mostrará os possíveis benefícios atingidos pela pesquisa;
- ✓ A aceitação não implica que seja obrigado (a) a participar da pesquisa até seu final. A qualquer momento poderá interromper sua participação, bastando, para isto, comunicar o pesquisador, sem necessidade de justificativa ou penalização;
- ✓ A participação é voluntária, o aluno não terá direito à remuneração;
- ✓ Esta pesquisa é de cunho acadêmico e não visa uma intervenção imediata;
- ✓ Se tiver alguma reclamação do ponto de vista ético, o aluno poderá contatar o responsável desta pesquisa;
- ✓ Caso você não queira mais participar, sinta-se a vontade para expressar e ciente de que isso não a prejudicará em nenhum momento. Foi informado que a devolutiva será realizada por meio de uma explanação/palestra aos sujeitos envolvidos na pesquisa (alunos, pais e professores) com data previamente agendada. Os resultados também serão divulgados na apresentação da pesquisa perante defesa para a banca examinadora de forma pública, no segundo semestre de 2014, conforme calendário da Coordenação de Mestrado da Univali e, posteriormente, a apresentação poderá ser publicada em revista científica.
- ✓ Ao final da pesquisa, se for de seu interesse, a devolutiva dos resultados poderá ser realizada por meio de uma cópia impressa e/ou eletrônica.
- ✓ Para participar dessa pesquisa, o (a) Senhor (a) deverá assinar o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (a seguir). Esse termo determina que aceita participar da pesquisa como voluntário (a) e pode desistir de fazê-lo se não se sentir à vontade, sem que sofra qualquer punição.
- ✓ Por favor, após ler, rubricar todas as páginas deste termo.

Sem mais no momento, desde já agradecemos a sua colaboração e colocamo-nos a disposição para demais esclarecimentos.

Pesquisador: **Silvana Leonora Lehmkuhl Teres**

Assinatura do pesquisador: _____

Declaração da professora de Matemática dos anos iniciais do Colégio de Aplicação/UFSC:

Eu _____, RG _____, abaixo assinado, concordo em participar da presente pesquisa-ação **“A Modelagem Matemática pautada investigação e no uso do computador conectado nas aulas de Matemática nos anos Iniciais: em direção à Educação Matemática Crítica”**. Como sujeito-participante, fui devidamente informada e esclarecida sobre a pesquisa, os procedimentos nela envolvidos, assim como os possíveis riscos e benefícios decorrentes de minha participação. Foi-me garantido que posso retirar meu consentimento a qualquer momento, sem que isto leve a qualquer penalidade ou interrupção de meu acompanhamento/assistência/tratamento.

Florianópolis, ____/____/____

Assinatura da professora sujeito-participante da pesquisa-ação:

_____ Telefone: _____

Pesquisadora: Silvana Leonora Lehmkuhl Teres

Assinatura _____

Pesquisador Responsável: André Luís Alice Raabe

Assinatura: _____

Apêndice J - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido dos Estudantes

**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO
PARA OS ESTUDANTES**

Você está sendo convidado a participar como voluntário, em uma pesquisa. Após ser esclarecido (a) sobre as informações a seguir, no caso de aceitar fazer parte do estudo, rubriche todas as folhas e assine ao final deste documento, com as folhas rubricadas pelo pesquisador, e assinadas pelo mesmo, na última página. Este documento está em duas vias. Uma delas é sua e a outra é do pesquisador responsável. Em caso de recusa você não será penalizado(a) de forma alguma.

INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA:

Título do Projeto: **A Modelagem Matemática pautada investigação e no uso do computador conectado nas aulas de Matemática nos anos Iniciais: em direção à Educação Matemática Crítica**

Professor Responsável: André Luís Alice Raabe

Pesquisadora: Silvana Leonora Lehmkuhl Teres

O presente projeto tem como objetivo analisar as contribuições da Modelagem Matemática apoiada pelo uso do computador conectado para o ensino e a aprendizagem da Matemática nos anos iniciais.

A sua contribuição na pesquisa consistirá em participar dos seguintes momentos de coleta de informações: 1) observação da pesquisadora durante a participação do mesmo(a) no desenvolvimento das atividades nas aulas de Matemática; 2) responder um questionário inicial a respeito de suas expectativas para a pesquisa e outro ao término da pesquisa a respeito de suas percepções sobre as atividades realizadas; 3) participar de uma entrevista coletiva com os demais participantes da pesquisa com a finalidade de registrar depoimentos dos sujeitos-participantes sobre as dificuldades e potencialidades apresentadas no desenvolvimento da pesquisa, ao exercício da democracia em sala de aula e à participação dos estudantes na construção do conhecimento.

Caso concorde com o que será exposto, ficaremos imensamente gratos pelo seu consentimento. A pesquisa será composta pelas seguintes etapas: (1) Contato com a Escola (direção); (2) Seleção dos sujeitos indicados pela Coordenação Pedagógica da escola; (3) Contato com os estudantes (as) selecionados; (4) Reunião com os responsáveis dos estudantes; (5) Desenvolvimento dos trabalhos com os sujeitos-participantes (Professora e estudantes selecionados); (6) Entrevistas com os sujeitos-participantes (Professora e estudantes selecionados).

Quanto aos aspectos éticos, os pesquisadores informam que:

- ✓ Os dados pessoais do participante serão mantidos em sigilo, garantindo seu anonimato, e o resultado apenas mostrará os possíveis benefícios atingidos pela pesquisa;
- ✓ A sua aceitação não implica que seja obrigado (a) a participar da pesquisa até seu final. A qualquer momento você poderá interromper sua participação, bastando, para isto, comunicar o pesquisador, sem necessidade de justificativa ou penalização;
- ✓ A participação é voluntária, você não terá direito à remuneração;
- ✓ Esta pesquisa é de cunho acadêmico e não visa uma intervenção imediata;
- ✓ Se tiver alguma reclamação do ponto de vista ético, o aluno poderá contatar o responsável desta pesquisa;
- ✓ Para a sua participação nesta pesquisa, você deverá assinar o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (a seguir). Esse termo determina a sua autorização para a participação como voluntário (a) e a sua desistência, no caso de não se sentir à vontade, sem que sofra qualquer punição.
- ✓ Por favor, após ler, rubricar todas as páginas deste termo.

Sem mais no momento, desde já agradecemos a sua colaboração e colocamo-nos a disposição para demais esclarecimentos.

Nome do pesquisador: **Silvana Leonora Lehmkuhl Teres**

Assinatura do pesquisador: _____

CONSENTIMENTO DE PARTICIPAÇÃO DO SUJEITO:

Eu, _____, estudante dos Anos Iniciais, MATRÍCULA: _____, abaixo assinado, concordo em participar do presente estudo como sujeito-participante da pesquisa-ação **“A Modelagem Matemática pautada investigação e no uso do computador conectado nas aulas de Matemática nos anos Iniciais: em direção à Educação Matemática Crítica”**. Fui devidamente informado e esclarecido sobre a pesquisa, os procedimentos nela envolvidos, assim como os possíveis riscos e benefícios decorrentes de minha participação. Foi-me garantido que posso retirar meu consentimento a qualquer momento, sem que isto leve à qualquer penalidade ou interrupção das minhas atividades escolares.

Florianópolis, ____/____/____

Assinatura do(a) Estudante: _____

Pesquisadora: Silvana Leonora Lehmkuhl Teres

Assinatura _____

Pesquisador Responsável: André Luís Alice Raabe

Assinatura: _____

Apêndice K - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido para os Responsáveis dos Estudantes

**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO
PARA OS RESPONSÁVEIS DOS ESTUDANTES**

O(a) estudante _____,
MATRÍCULA: _____ pelo(a) qual você é o responsável legal, está sendo convidado a participar como voluntário, em uma pesquisa. Após ser esclarecido(a) sobre as informações a seguir, no caso da sua autorização para o(a) menor pelo(a) qual você é responsável participar como sujeito deste estudo, rubricue todas as folhas e assine ao final deste documento, com as folhas rubricadas pelo pesquisador, e assinadas pelo mesmo, na última página. Este documento está em duas vias. Uma delas é sua e a outra é do pesquisador responsável. Em caso de recusa, o(a) estudante pelo(a) qual você responde não será penalizado(a) de forma alguma.

INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA:

Título do Projeto: **A Modelagem Matemática pautada investigação e no uso do computador conectado nas aulas de Matemática nos anos Iniciais: em direção à Educação Matemática Crítica**

Professor Responsável: André Luís Alice Raabe

Pesquisadora: Silvana Leonora Lehmkuhl Teres

O presente projeto tem como objetivo analisar as contribuições da Modelagem Matemática apoiada pelo uso do computador conectado parara o ensino e a aprendizagem da Matemática nos anos iniciais.

A contribuição dele(a) na pesquisa consistirá em participar dos seguintes momentos de coleta de informações: 1) observação da pesquisadora durante a participação do mesmo(a) no desenvolvimento das atividades nas aulas de Matemática; 2) responder um questionário inicial a respeito de suas expectativas para a pesquisa e outro ao término da pesquisa a respeito de suas percepções sobre as atividades realizadas; 3) participar de uma entrevista coletiva com os demais participantes da pesquisa com a finalidade de registrar depoimentos dos sujeitos-participantes sobre as dificuldades e potencialidades apresentadas no desenvolvimento da pesquisa, ao exercício da democracia em sala de aula e à participação dos estudantes na construção do conhecimento.

Caso concorde com o que será exposto, ficaremos imensamente gratos pelo seu consentimento. A pesquisa será composta pelas seguintes etapas: (1) Contato com a Escola (direção); (2) Seleção dos sujeitos indicados pela Coordenação Pedagógica da escola; (3) Contato com os estudantes (as) selecionados; (4) Reunião com os responsáveis dos estudantes; (5) Desenvolvimento dos trabalhos com os sujeitos-participantes (Professora e

estudantes selecionados); (6) Entrevistas com os sujeitos-participantes (Professora e estudantes selecionados).

Os riscos, porventura sofridos, serão apenas psicológicos e serão minimizados pois serão respeitadas as individualidades de cada participante e também pelo fato da pesquisa não divulgar dados individuais, e sim, do grupo. Os participantes não receberão nenhuma remuneração pela participação na pesquisa, os benefícios recebidos serão em termos de produção de conhecimento, a fim de proporcionar o incremento de práticas educacionais onde a Educação Matemática Escolar seja mais significativa e contribua para o desenvolvimento dos estudantes.

Quanto aos aspectos éticos, os pesquisadores informam que:

- ✓ Os dados pessoais do participante serão mantidos em sigilo, garantindo seu anonimato, e o resultado apenas mostrará os possíveis benefícios atingidos pela pesquisa;
- ✓ A aceitação não implica que seja obrigado (a) a participar da pesquisa até seu final. A qualquer momento poderá interromper sua participação, bastando, para isto, comunicar o pesquisador, sem necessidade de justificativa ou penalização;
- ✓ A participação é voluntária, o aluno não terá direito à remuneração;
- ✓ Esta pesquisa é de cunho acadêmico e não visa uma intervenção imediata;
- ✓ Se tiver alguma reclamação do ponto de vista ético, o aluno poderá contatar o responsável desta pesquisa;
- ✓ Caso você não queira mais participar, sinta-se a vontade para expressar e ciente de que isso não a prejudicará em nenhum momento. Foi informado que a devolutiva será realizada por meio de uma explanação/palestra aos sujeitos envolvidos na pesquisa (alunos, pais e professores) com data previamente agendada. Os resultados também serão divulgados na apresentação da pesquisa perante defesa para a banca examinadora de forma pública, no segundo semestre de 2014, conforme calendário da Coordenação de Mestrado da Univali e, posteriormente, a apresentação poderá ser publicada em revista científica.
- ✓ Ao final da pesquisa, se for de seu interesse, a devolutiva dos resultados poderá ser realizada por meio de uma cópia impressa e/ou eletrônica.
- ✓ Para a participação do(a) menor pelo qual responde nesta pesquisa, o (a) Senhor (a) deverá assinar o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (a seguir). Esse termo determina a sua autorização para a participação dele(a) como voluntário (a) e que ele(a) pode desistir de fazê-lo se não se sentir à vontade, sem que sofra qualquer punição.
- ✓ Por favor, após ler, rubricar todas as páginas deste termo.

Sem mais no momento, desde já agradecemos a sua colaboração e colocamo-nos a disposição para demais esclarecimentos.

Nome do pesquisador: **Silvana Leonora Lehmkuhl Teres**

Assinatura do pesquisador: _____

CONSENTIMENTO DE PARTICIPAÇÃO DO SUJEITO:

Eu, _____, RG _____, CPF _____, representante legal do(a) estudante _____ dos Anos Iniciais, autorizo a participação do estudante supracitado como sujeito-participante da pesquisa-ação **“A Modelagem Matemática pautada investigação e no uso do computador conectado nas aulas de Matemática nos anos Iniciais: em direção à Educação Matemática Crítica”**. Fui devidamente informado(a) e esclarecido(a) sobre a pesquisa, os procedimentos nela envolvidos, assim como os possíveis riscos e benefícios decorrentes da participação dos estudantes. Foi-me garantido que posso retirar meu consentimento a qualquer momento, sem que isto leve à qualquer penalidade ou interrupção das atividades escolares d(a) estudante pelo qual sou o responsável legal.

Florianópolis, ____/____/____

Assinatura do(a) responsável: _____

Telefone: _____

Pesquisadora: Silvana Leonora Lehmkuhl Teres

Assinatura _____

Pesquisador Responsável: André Luís Alice Raabe

Assinatura: _____

Apêndice L - Quadro com a descrição das pautas dos encontros realizados com a professora.

Quadro 1 - Pautas dos encontros com a professora

Data	Pauta
14/08/2013/	-- Conversa informal para propiciar a aproximação com a professora - Esclarecimento sobre as características da pesquisa-ação (participação, responsabilidade e compromisso dos sujeitos-participantes) e combinados iniciais para o desenvolvimento do estudo.
20/08/2013	Entrevista inicial com a professora.
01/09/2013	- Encontro com a professora para o estudo dos referenciais teóricos da Educação Matemática Crítica e da Informática na Educação.
08/09/2013	- Encontro com a professora para o estudo dos referenciais teóricos da Modelagem Matemática.
24/09/2013	- Encontro com a professora para o estudo dos referenciais teóricos das atividades Investigativas
02/10/2013	Encontro com a professora para o planejamento das atividades com os estudantes
26/11/2013	Encontro com a professora para o planejamento das atividades com os estudantes
14/12/2013	Encontro com a professora para o planejamento da avaliação final das atividades com os estudantes
21/12/2013	Entrevista final com a professora.

Fonte: Elaborado pela pesquisadora para organizar as ações da pesquisa.

Apêndice M - Quadro com a descrição das pautas das ações em sala de aula

Quadro 2 - Pautas das ações em sala de aula

Data	Pauta
18/10/2013	<ul style="list-style-type: none"> - Conversa informal para propiciar a aproximação com os estudantes. - Esclarecimento sobre as características da pesquisa-ação (participação, responsabilidade e compromisso dos sujeitos-participantes) e combinados iniciais para o desenvolvimento do estudo.
22/08/2013	<ul style="list-style-type: none"> - Aplicação do questionário para sondagem inicial aos estudantes. - Socialização entre o grupo das expectativas com relação ao estudo e das dificuldades ou não na aprendizagem da Matemática. - Definição do tema da investigação a ser desenvolvida pelo grupo.
26/08/2013	<ul style="list-style-type: none"> - Discussão e definição com o grupo do planejamento das ações a serem desenvolvidas nas investigações pelos estudantes. - Formação dos grupos de trabalho.
28/08/2013	<ul style="list-style-type: none"> - Início das pesquisas com a utilização de diferentes suportes, incluindo utilização da Informática na sala, por meio do lap top educacional do Programa UCA como fonte de pesquisa: - Divisão das atividades entre os participantes de cada grupo.
09/09/2013	<ul style="list-style-type: none"> - Avaliação das atividades realizadas, e redirecionamento das ações após a reflexão do grupo sobre a necessidade de uma formação para a elaboração de gráficos no lap-top educacional do Programa UCA, utilizado pelos estudantes. <p>(1ª AVALIAÇÃO PROCESSUAL DA PESQUISA-AÇÃO)</p>
17/09/2013	<ul style="list-style-type: none"> - Aula para a elaboração de gráficos, utilizando o aplicativo de construção de gráficos do laptop educacional do Programa UCA. - Elaboração pelos estudantes de diferentes representações gráficas, utilizando-se como fonte de dados as respostas tabuladas das questões estruturadas do questionário inicial aplicado no 1º encontro.
25/09/2013	<ul style="list-style-type: none"> - Apresentação e reflexão do grupo a respeito das informações demonstradas nos gráficos e socialização, via mural, dos gráficos impressos, aos demais estudantes e profissionais da escola.
01/10/2013	<ul style="list-style-type: none"> - Elaboração dos textos e <i>slides</i> com as sínteses e as análises das informações pesquisadas pelos 5 grupos de trabalhos. - 2ª AVALIAÇÃO PROCESSUAL das atividades desenvolvidas, reflexões e definição de encaminhamentos para o próximo encontro.
08/10/2013	<ul style="list-style-type: none"> - Apresentação das pesquisas investigativas dos grupos de trabalho.
16/10/2013	<ul style="list-style-type: none"> - Continuação das apresentações dos grupos de trabalho. - Avaliação dos avanços e dificuldades apresentadas nesta etapa pelos estudantes, pela professora e pela pesquisadora.
19/10/2013	<ul style="list-style-type: none"> - Elaboração das atividades investigativas a partir das informações relacionadas à Matemática, selecionadas pela turma nas apresentações. - Realização das atividades investigativas.(1ª parte) - (3ª AVALIAÇÃO PROCESSUAL DA PESQUISA-AÇÃO) Avaliação das dificuldades e potencialidades encontradas nesta etapa e redirecionamento das ações.
03/11/2013	<ul style="list-style-type: none"> - 2ª parte da realização das atividades investigativas. (Após o redirecionamento da prática pedagógica) - Avaliação e reflexão das atividades desenvolvidas pelo grupo.
02/12/2013	<ul style="list-style-type: none"> - Continuação da realização das atividades investigativas. - Avaliação e reflexão das atividades desenvolvidas pelo grupo.

06/12/2013	<ul style="list-style-type: none"> - Continuação da realização das atividades investigativas. - Avaliação e reflexão das atividades desenvolvidas pelo grupo.
09/12/2013	<ul style="list-style-type: none"> - Trabalho com o modelo construído pela turma com suas respectivas famílias. - Avaliação e reflexão das atividades desenvolvidas pelo grupo.
11/12/2013	<ul style="list-style-type: none"> - Aplicação da 1º parte do 2º questionário aos estudantes sobre suas percepções relativas ao estudo com a pesquisa e o uso da tecnologia nas aulas de Matemática. realizado. - Tabulação das respostas e elaboração dos gráficos com os dados coletados pelos estudantes.
13/12/2013	<ul style="list-style-type: none"> - Apresentação ao grupo dos gráficos com a representação dos dados do referido questionário. - Socialização, via mural, dos gráficos impressos, aos demais estudantes e profissionais da escola.
16/12/2013	2ª parte da aplicação do questionário final aos estudantes a respeito de suas percepções sobre as ações desenvolvidas com a Modelagem Matemática e para realizar a avaliação final da pesquisa-ação.

Fonte: Elaborado pela pesquisadora para organizar as ações da pesquisa.

Apêndice N– Quadro com as informações utilizadas para a elaboração das atividades investigativas.

Quadro 3 – Informações pesquisadas para a elaboração das atividades investigativas

- No Brasil, cada pessoa consome, em média, 200 litros de água por dia.
-Só uma fração muito pequena (cerca de 1%) de toda a água terrestre está diretamente disponível ao homem e aos outros organismos.
- O desperdício de água residencial no Brasil, chega a 70%.
- A quantidade de água que temos em nosso corpo corresponde a 70% do nosso peso.
- Através da urina, fezes, suor e respiração perdemos em média, diariamente cerca de 2.0 litros de água.
- É recomendado um consumo mínimo de 2 litros diários de água por pessoa adulta
- O território brasileiro detém 20% de toda a água doce da superfície da Terra. A maior parte desse volume, cerca de 80%, localiza-se na Amazônia.
Em média, um banho consome 70 litros de água em apenas 5 minutos, ou seja, 25.550 litros por ano.
- De acordo com a OMS (Organização Mundial da Saúde), para uma pessoa viver diariamente com o índice recomendado de higiene e bem-estar, ela precisa de 50 litros de água por dia.
A ONU estima que mais de 1 bilhão de pessoas já vivam com pouca ou nenhuma água. As nações mais afetadas estão na África Subsaariana, no Oriente Médio e na China.
Fontes: http://www.portaldomeioambiente.org.br ; http://www.educarede.org.br ; http://cienciahoje.uol.com.br ; http://www1.uol.com.br/ecokids em: 28/08/2013

Apêndice O – Atividades investigativas elaboradas pelos grupos com a mediação da professora.

- 1) Se o território brasileiro possui 20% do total de água doce da Terra. E a maior parte dessa água, cerca de 80% se encontra na Amazônia. Qual é a fração que representa o percentual de água doce no Brasil? E qual é o percentual de água doce na Amazônia em relação à Terra?
- 2) Considerando que 70% do nosso corpo é constituído por água. Se um adolescente “pesa” aproximadamente 40 kg, quanto de água tem o seu corpo? E se for um adulto pesando em torno de 60kg?
- 3) Considerando que um copo de água tem 250 ml de líquido, quantos copos de água uma pessoa deve tomar por dia para satisfazer as necessidades básicas do organismo?
- 4) Segundo a ONU, quase 1 bilhão de pessoas já sobrevivem com pouca ou quase nenhuma água. Qual é a escrita numérica de 1 bilhão de pessoas, com todas as ordens e classes do Sistema de Numeração Decimal? E qual a escrita numérica para 2,6 milhões de pessoas?
- 5) Quem segue uma dieta normal com café-da-manhã, lanche, almoço, outro lanche a tarde e jantar consome aproximadamente 800 ml de água. Desta forma, quantos copos de água uma pessoa precisa tomar em um dia para satisfazer sua necessidade diária?
- 6) No Brasil o consumo de água médio por pessoa é de 200 litros de água por dia, de acordo com a ONU o consumo de água recomendado é de 50 litros de água por dia. Quantos litros de água uma família brasileira formada por 4 pessoas economizaria por dia se consumisse a quantidade de água recomendada pela ONU? E se fosse por uma semana? E se fosse por um mês, considerando um mês com 30 dias?
- 7) Quantos copos, com a capacidade de 200 ml ,são necessários para

esvaziar um galão de 20 litros de água?

- 8) A quantidade de água presente nos alimentos varia bastante. Observe na tabela abaixo quanto de água você estará ingerindo ao consumir certos alimentos.

ALIMENTO	QUANTIDADE DE ÁGUA
100 g de macarrão	70ml
100 g de carne	55 ml
1 laranja (160 g)	120 ml
1 maçã (150 g)	120 ml

Na tabela a acima a quantidade de alguns alimentos é diferente de 100 g, descubra quantos mililitros de água há aproximadamente em 100 gramas desses alimentos e monte uma nova tabela com os valores aproximados, que você encontrou:

Fonte: Estudantes e professora de Matemática do 5º ano – 2013

Apêndice P – Atividade investigativa trabalhada com os responsáveis.

1- Calcule o consumo de água da sua família durante as atividades de higiene da rotina diária em um dia, considerando os dados da tabela 1, com a torneira meio aberta durante a realização das atividades.

Tabela 1

Atividade (por pessoa)	Tempo gasto	Consumo de água estimado com a torneira meio aberta
Escovar os dentes 3vezes/dia)	6 min	15 litros
Tomar banho (1 vez /dia)	12 min*	40 litros
Lavar as mãos (4 vezes/dia)	5 min	12 litros

Obs. *Para o banho só será considerada a variável: Tempo.

2- Repita a atividade, considerando os dados da tabela 2, com a torneira fechada enquanto a atividade é exercida.

Tabela 2

Atividade (por pessoa)	Tempo gasto	Consumo de água estimado com a torneira fechada enquanto se trabalha (Recomendado**)
Escovar os dentes (3vezes/dia)	6 min	2,4 litros
Tomar banho (1 vez /dia)	8 min* (Tempo Recomendado)	24 litros
Lavar as mãos (4 vezes/dia)	5 min	3,2 litros

Obs. *Para o banho só será considerada a variável: Tempo.

**De acordo com a UNICEF

9 -Compare os resultados encontrados nas duas situações e verifique se haveria economia de água se sua família realizasse as atividades conforme a tabela 2, com a sugestão do consumo de água recomendado.

- A economia no consumo de água vai refletir na economia de dinheiro gasto pela família?

- De quanto seria a economia de água em um dia e um mês(considerando que um mês tem 30 dias.

É possível economizar o consumo de água na sua família?

Fonte: Estudantes e professora de Matemática do 5º ano – 2013.

Apêndice Q – Transcrições dos depoimentos dos estudantes após a 2ª parte do questionário final aplicado em (16/12/2013):

- Estudante do G1: *A gente teve oportunidade de falar e expressar o que se sentia e não tinha receio de dizer o que não sabia;*
- Estudante do G2: *Todos nós tivemos o mesmo direito de responder e de expor nossas opiniões e assim a gente aprendeu a respeitar a opinião dos outros;*
- Estudante do G3: *Aprendemos muitas coisas, desde pesquisar com seriedade, até elaborar gráficos no PowerPoint que a gente não sabia muito bem;*
- Estudante do G4: *As aulas de Matemática passaram a ser as minhas aulas favoritas, agora posso entender porque é importante a gente aprender Matemática, ela está em tudo à nossa volta;*
- Estudante do G5: *A pesquisa na Internet motivou a gente, tem mais coisas, é mais atual, têm vídeos, curiosidades, som, é muito legal e dá para entender mais e relacionar com outros conhecimentos.*

