

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE EDUCAÇÃO

DOUTORADO EM EDUCAÇÃO: EDUCAÇÃO MATEMÁTICA

**ATIVIDADES COMPUTACIONAIS DE ENSINO NA FORMAÇÃO
INICIAL DO PROFESSOR DE MATEMÁTICA**

Fabiana Fiorezi de Marco

Campinas
2009

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE EDUCAÇÃO

TESE DE DOUTORADO

ATIVIDADES COMPUTACIONAIS DE ENSINO NA FORMAÇÃO INICIAL DO PROFESSOR
DE MATEMÁTICA

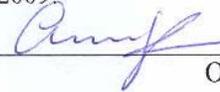
Autor: Fabiana Fiorezi de Marco

Orientador: Prof^ª Dr^ª Anna Regina Lanner de Moura

Este exemplar corresponde à redação final da Tese defendida por
Fabiana Fiorezi de Marco e aprovada pela Comissão Julgadora.

Data: 03/07/2009

Assinatura:



Orientador

COMISSÃO JULGADORA:

2009

**Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca
da Faculdade de Educação/UNICAMP**

Marco, Fabiana Fiorezi de.
M333a Atividades computacionais de ensino na formação inicial do professor de matemática / Fabiana Fiorezi de Marco. – Campinas, SP: [s.n.], 2009.
Orientador : Anna Regina Lanner de Moura. Tese (doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Educação.
1. Professores de matemática – Formação. 2. Teoria da atividade. 3. Ambiente virtual de aprendizagem. 4. Conceitos. 5. Prática pedagógica. I. Moura, Anna Regina Lanner de. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Educação. III. Título.
09-181/BFE

Título em inglês : Computer teaching activities in pre-service mathematics teacher course

Keywords : Mathematics teachers education; Activity theory; Virtual environment for learning; Concepts; Pedagogical Practice

Área de concentração : Educação matemática

Titulação : Doutora em Educação

Banca examinadora : Prof^ª. Dr^ª. Anna Regina Lanner de Moura (Orientadora)

Prof^ª. Dr^ª. Regina Célia Grando

Prof^ª. Dr^ª. Rosana Giaretta Sguerra Miskulin

Prof^ª. Dr^ª. Maria Teresa Menezes Freitas

Prof. Dr. Sérgio Aparecido Lorenzato

Data da defesa: 03/07/2009

Programa de Pós-Graduação : Educação

e-mail : fabianaf@famat.ufu.br

*Aos meus pais Antônio e Bárbara,
À minha irmã Fabíola,
Ao meu esposo Henrique e,
Ao meu filho Rafael,
pelo apoio incondicional, sempre.*

AGRADECIMENTOS

A Deus, fonte de Luz e Sabedoria, sempre presente nos momentos difíceis e felizes.

A querida professora Dr^a Anna Regina Lanner de Moura, educadora e orientadora competente, exigente e paciente, pela confiança dada a mim e por acompanhar, intensamente, o processo de construção da tese dando as contribuições essenciais para sua realização e proporcionando-me muitas aprendizagens, como pesquisadora, formadora de professores e, ser humano.

A querida professora Dr^a Rosana Giaretta Sguerra Miskulin, por ter-me propiciado o conhecer e aprender a utilizar a Tecnologia no Ensino de Matemática e pelas valiosas contribuições por ocasião do exame de qualificação.

Ao professor e mestre Dr. Sérgio Aparecido Lorenzato por acreditar em mim desde o curso de Especialização na Universidade de Franca em 1998, pelas contribuições e sugestões no exame de qualificação e pelas horas de "conselhos" em muitas conversas informais.

A professora e amiga Dr^a Regina Célia Grandó, por apresentar-me o "mundo dos jogos", pelas contribuições e sugestões no exame de qualificação e pelas inúmeras oportunidades de formação profissional proporcionadas.

A professora Dr^a Maria Teresa Menezes Freitas pelas conversas e tudo que tem me ensinado sobre o mundo acadêmico.

A todos estes professores, pelas preciosas contribuições para esta pesquisa por ocasião da participação da banca de defesa.

Aos professores do CEMPEM, Dr. Dario Fiorentini, Dr^a Ângela Miorin, Dr. Antônio Miguel e Dr^a Dione Lucchesi de Carvalho pelas discussões teóricas realizadas em aulas, corredores e pela convivência.

Aos colegas do CEMPEM - Círculo de Estudos, Memória e Pesquisa em Educação Matemática -, e o grupo da Educação Conceitual pelas oportunidades de discutir as interrogações e convicções inerentes à construção do meu conhecimento, além das contribuições ao longo do desenvolvimento desta pesquisa e incentivos durante estes anos de convivência.

À amiga Nathália, pelas diversas acolhidas em seu apartamento.

Aos meus alunos, protagonistas desta investigação, por terem aceito participar da pesquisa e o terem feito com empenho, comprometimento e competência.

Aos meus pais Antônio e Bárbara e minha irmã Fabíola pelo apoio, amor, educação, ensinamentos, incentivo, torcida, força e coragem proporcionados nos momentos difíceis e alegres. Vocês são meu porto seguro!!!

Ao meu esposo, Henrique, pelo amor e companheirismo proporcionados e por incentivar, entender, apoiar e acompanhar minhas escolhas, meus momentos de "crises" e isolamento ao longo de meu desenvolvimento pessoal, profissional e desta pesquisa.

Ao Rafael, meu filho amado, que mesmo pequenino conseguiu apoiar e incentivar, com carinho, este processo de formar-me.

À Universidade Estadual de Campinas, em especial, a Faculdade de Educação, pelo acolhimento.

À Faculdade de Matemática da Universidade Federal de Uberlândia - UFU -, por conceder-me afastamento parcial e, posteriormente, total para a conclusão da pesquisa.

A todos os funcionários do Programa de Pós-graduação da FE/UNICAMP pelas preciosas orientações técnicas.

A todos os mestres espirituais, pela companhia e sabedoria proporcionadas nos momentos de dúvidas e angústias.

Meus sinceros agradecimentos...

Todo inventor, até mesmo um gênio, é sempre consequência de seu tempo e ambiente. Sua criatividade deriva das necessidades que foram antes criadas dele e baseia-se nas possibilidades que, uma vez mais, existem fora dele. É por isso que observamos uma continuidade rigorosa no desenvolvimento histórico da tecnologia e da ciência. Nenhuma invenção ou descoberta científica aparece antes de serem criadas as condições materiais e psicológicas necessárias para o seu surgimento. A criatividade é um processo historicamente contínuo em que cada forma seguinte é determinada pelas precedentes.

Lev Semionovitch Vygotsky

RESUMO

Esta pesquisa investigou as implicações didáticas provenientes da vivência de atividades de ensino e da produção de atividades computacionais de ensino de futuros professores de matemática e as possíveis influências que daí decorrem na formação inicial desses licenciandos. As atividades desenvolvidas foram denominadas de ensino e pesquisa, pois, além de proporcionarem a problematização do ensino e da aprendizagem de conceitos matemáticos, serviram de fontes de informações para a pesquisa. Para esta investigação, tivemos como protagonistas 16 licenciandos do curso de Licenciatura em Matemática da Universidade Federal de Uberlândia e suas produções escritas, como portfólios, relatórios de atividades desenvolvidas, depoimentos audiogravados e atividades computacionais de ensino por eles elaboradas compuseram o cenário de nossas análises. As informações foram construídas em **dois momentos** distintos, porém inter-relacionados: o **primeiro** consistiu na vivência e na exploração das atividades de ensino pelos licenciandos, e as informações então produzidas foram analisadas segundo duas categorias: *(re)significação conceitual* e *significação da futura prática pedagógica*. O **segundo momento** consistiu na produção das atividades computacionais de ensino, que foram analisadas por outras duas categorias: *interação social e mediação pedagógica em ambiente computacional*; e *necessidade – motivo/objetivo*. As análises tiveram fundamentação teórica com base na teoria histórico-cultural, principalmente em Vigotski, Davidov, Leontiev. Esta pesquisa caracteriza-se como uma pesquisa de intervenção, com análise interpretativa das informações nela produzidas. Como resultados, as análises indicam que os protagonistas da pesquisa desenvolveram um processo de reflexão sobre a atividade de ensino, concebendo-a como geradora da necessidade e do motivo para ensinar e aprender matemática; indicam também que eles procuraram transpor esses elementos para as atividades computacionais que produziram, caracterizando uma atividade de ensino segundo Moura. Supõe-se que algumas das implicações didáticas para a formação inicial dos protagonistas são: o reconhecimento da importância, por parte deles, da construção coletiva das soluções propostas pelas atividades de ensino; o reconhecimento da vivência e a produção de atividades de ensino como elementos de formação profissional e de saberes docentes; a consideração, na atividade, da necessidade e do motivo para ensinar e aprender.

Palavras-chave: formação de professores de matemática; Teoria da Atividade; ambientes computacionais; (re)significação conceitual; significação da futura prática pedagógica.

ABSTRACT

This research has investigated the didactic implications from the experience of teaching activities and from the production of computational teaching activities of Mathematics student teachers as well as the resulting possible influences in the initial formation of these future teachers. The activities developed were named teaching and research, since, beyond providing the problematization of teaching and learning of mathematical concepts, they also composed the information data for the research process. Among all the protagonists of the research scenario we focus closer to 16 student teachers from the course of Mathematics of the Universidade Federal de Uberlândia and their written productions, such as portfolios, reports of activities, recorded statements and computational teaching activities elaborated by them. The research data were built in **two different**, but interrelated, **moments**: the **first** consisted on the experience and on the exploration of some selected teaching activities by the student teachers, and the information produced was then analyzed according to two categories: *conceptual (re)meaning* and *meaning of the future pedagogical practice*. The **second moment** consisted on the production of computational teaching activities, which were analyzed by two other categories: *social interaction* and *pedagogical mediation in computational environment*; and *necessity – motive/objective*. The analyses were based on the cultural-historical theory, especially in Vigotski, Davidov, Leontiev. This research could be characterized as intervention research, with interpretative analysis of the information produced. The analysis of the research data pointed out that the protagonists of our research developed a process of reflection on the teaching activity, conceiving it as generating the necessity and the motive to teach and learn Mathematics; they also show that they tried to transpose these elements to the computational activities that were produced, what characterizes a teaching activity according to Moura. It is assumed that some of the didactic implications for the initial development of the student teachers are: the recognition of the importance, of the collective construction of the solutions proposed by the teaching activities; the recognition, by the student teachers, of the richness of the experience and the production of teaching activities as elements of professional development and of knowledge of teachers; the consideration, in the activity, of the necessity and of the motive to teach and learn.

Keywords: Mathematics teachers education; Activity theory; Virtual environment for learning; Concepts; Pedagogical Practice

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	17
CAPÍTULO I Atividade de ensino na formação inicial do professor de Matemática	27
1.1 O conceito de Atividade	27
1.2 Atividade de ensino e a formação inicial de professores de Matemática	31
1.3 Atividade de ensino como atividade de formação do professor de Matemática	36
CAPÍTULO II A tecnologia computacional no ensino de Matemática e na formação inicial do professor de Matemática	45
2.1 A tecnologia computacional no ensino de Matemática	45
2.2 A tecnologia computacional na formação inicial do professor de Matemática: um olhar para a literatura	50
2.3 Uma perspectiva sobre a formação dos professores frente a ambientes computacionais: a visão de licenciandos de Matemática	59
2.4 A tecnologia computacional como potencializadora do pensamento humano na atividade de formação inicial do professor de Matemática	65
CAPÍTULO III Entre os caminhos... um caminho...	77
3.1 O processo do caminhar: aspectos metodológicos da pesquisa	77
3.2 A disciplina Informática e Ensino	86
3.3 Os protagonistas da pesquisa...	88
3.4 A dinâmica da disciplina	90
3.5 Atividades de ensino propostas para vivência e exploração: implementação e desdobramentos	91
3.5.1 Atividade 1 – (Re)significando o conceito de volume do paralelepípedo	92
3.5.2 Atividade 2 – (Re)organizando o conceito de números inteiros	95
3.5.3 Atividade 2 – (Re)construindo o conceito de função	101
3.6 Sobre a construção do percurso de análise	105

CAPÍTULO IV Uma análise das atividades de ensino de Matemática vivenciadas por licenciandos na disciplina Informática e Ensino	109
4.1 Breve síntese das categorias definidas <i>a priori</i>	110
4.1.1 Análise da vivência de atividades de ensino de Matemática com referência na categoria (Re)significação conceitual	111
4.1.2 Análise da vivência de atividades de ensino de Matemática com referência na categoria Significação da futura prática pedagógica	127
4.2 Algumas reflexões sobre o processo de vivência de atividades de ensino na formação inicial do professor de Matemática	133
CAPÍTULO V Um olhar interpretativo sobre o processo de produção das atividades computacionais de ensino de Matemática	137
5.1 Breve síntese das categorias definidas <i>a priori</i>	138
5.1.1 Análise da produção de atividades computacionais de ensino de Matemática com referência na categoria Necessidade – Motivo/objetivo	138
5.1.2 Análise da produção de atividades computacionais de ensino de Matemática com referência na categoria Interação social e mediação pedagógica em ambiente computacional	153
5.2 Algumas reflexões sobre o processo de produção de atividades computacionais de ensino na formação inicial do professor de Matemática	168
CONSIDERAÇÕES FINAIS	181
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	197
ANEXOS	209
Anexo A	211
Anexo B	212
Anexo C	213
1 Construindo o conceito de área	213
2 Bebendo leite	217
3 Aprendendo função com o auxílio do <i>software</i> Cabri Géomètre II	221

Introdução

Nos dias atuais o foco do ensino de matemática continua como foi no século passado: centrado no formalismo lógico, na memorização de fórmulas, no conteúdo, e não num modo de se relacionar com este de forma que quem aprende possa compreender e compreender-se no mundo onde vive. Ainda encontramos certa mecanização no ensino, ao priorizar o treino dos algoritmos, isto é, priorizando o saber fazer sobre o saber pensar o conceito matemático (LIMA, 1998), o que tem contribuído para afastar o indivíduo da matemática.

Postulamos aqui que uma maneira de evitar esse distanciamento e atribuir significados às situações cotidianas e conectá-las aos conceitos matemáticos seria um ensino fundado no princípio histórico-cultural da atividade¹, que teria “como consequência a necessidade de organizarmos as ações pedagógicas de maneira que os sujeitos interajam entre si e com o objeto de conhecimento” (MOURA, 2002, p.159).

As práticas pedagógicas presentes na maioria das escolas estão mais relacionadas ao treino de algoritmos matemáticos do que a possíveis mudanças no indivíduo que possam advir da apropriação do conhecimento matemático. Além disso, “a cultura escolar demora a incorporar os meios tecnológicos, que já se encontram incorporados no dia a dia das comunidades” (MISKULIN; ESCHER; SILVA, 2007, p.2).

Ao longo de nossa experiência como docente dos Ensinos Fundamental, Médio e Superior percebemos que as demandas de produção da sociedade vêm exigindo um ensino de matemática que prepare as novas gerações para lidar com a realidade virtual e o computador; que forme indivíduos que pensem de forma flexível, crítica, eficaz e criativa. No entanto, como o motivo

¹ Este princípio fundamenta-se em criar um ambiente de atividade – caracterizado pela proposta de atividade e pela mediação docente – de modo que o aluno seja posto diante da necessidade de resolver situações-problema mobilizadas pela atividade, encontrando ações e operações que o levem a solucionar tal situação.

para aprender matemática por meio de ambientes computacionais poderia ser gerado na prática de ensino para esta sociedade?

Este questionamento tem-nos acompanhado ao longo de quatorze anos de docência; nele se encontra a tentativa de compreender como o futuro professor de matemática pode utilizar o computador e os ambientes computacionais para produzir atividades de ensino que possam desencadear e desenvolver, em seu futuro aluno, o processo de pensar conceitos matemáticos de modo significativo, entendendo que produzir significados², segundo a Teoria da Atividade leontieviana, é estar envolvido com o próprio processo de aprendizagem.

Envolver um aluno com seu próprio processo de aprendizagem pode ser gerado por meio da utilização de computadores no contexto educacional, recurso importante que pode despertar e provocar nos alunos um envolvimento pessoal e significativo capaz de levá-lo à construção de seu conhecimento. Lanner de Moura, Miskulin e Melo (2000) apontam que

a Educação deveria proporcionar o conhecimento da dimensão do desenvolvimento tecnológico que perpassa as relações sociais de se apropriar da nova relação homem-máquina no sentido de uma gradativa liberação para a capacidade de pensar e (re)criar as relações sociais que possam advir desta nova relação (p.146).

Esta idéia tem fundamentos em Kopnin (1978), no qual encontramos elementos que nos levam a entender que os computadores podem potencializar a capacidade do homem de pensar, auxiliando-o nos processos de conjecturar, simular, interpretar, refletir e transformar a realidade, potencializando o trabalho mental de criação, produção de atividades, elaboração de resolução de problemas. No entanto, cabe ao homem interpretar os sinais emitidos pela máquina e relacioná-los a significados exteriores a ela, utilizando-se de abstrações que só ele é capaz de realizar.

Nesta mesma linha de pensamento, em trabalho anterior, como em Marco (2004), afirmamos acreditar que o computador possa potencializar a capacidade de resolver desafios pelo caráter dinâmico das variáveis que se colocam na interação com a máquina; ao mesmo tempo, há maior motivação para os alunos, denotada pelo fato de que estes vão diretamente aos problemas, podendo concentrar sua atenção na criação e na construção de possíveis soluções. Afirmamos, ainda, que o fascínio pela máquina gera a concentração do aluno para o que está realizando. Na máquina, o indivíduo precisa utilizar sua perspicácia e agilidade para concentrar-se no problema;

² Neste trabalho, o termo “significado” é usado na acepção da Teoria da Atividade de Leontiev.

atentar para as variáveis oferecidas pela situação e reunidas na máquina; e não se distrair, como ocorre no ambiente da sala de aula, onde as variáveis estão dispersas.

Entendemos que, diante da versatilidade de comunicação, das mudanças sociais, políticas, culturais e tecnológicas, do fascínio pela imagem que a interface com o computador pode proporcionar, as formas tradicionais de ensino terminantemente perderam a força para motivar o aluno para aprender.

Acreditamos que a imersão em ambientes virtuais pode permitir ao aluno escolher seus próprios caminhos e interagir com outros espaços, além de favorecer a verificação de hipóteses e conjecturas levantadas de maneira mais dinâmica. Esse espaço deveria ser propiciado pelas escolas, pois um de seus papéis “é desenvolver em quem está aprendendo a capacidade de aprender, em razão de exigências postas pelo volume crescente de dados acessíveis na sociedade” (LIBÂNEO, 2004, p.6), permitindo-lhe lidar com as exigências tecnológicas impostas por esta.

Discutimos, ainda, em Marco (2004), a utilização de ambientes virtuais, em particular, jogos computacionais no ensino de matemática, que propiciaram momentos ricos “de envolvimento integral dos alunos, em que estes, por meio das situações que surgiam, sentiram a necessidade de imaginar, criar e não somente reproduzir um jogo, um cálculo ou um conhecimento” (p.130); isso lhes possibilitou “rever e refletir sobre conteúdos matemáticos estudados, como área, frações e suas operações, números decimais de forma autônoma e por meio da análise dos diferentes pontos de vista dos colegas” (p.132). Nesse mesmo estudo, constatamos também que, quando

propomos aos alunos desafios nos quais a solução não está evidente, eles manifestam um momento exploratório inicial, marcado por momentos de hesitação e dúvidas, sentem-se estimulados a criar hipóteses e a testá-las uma a uma, sendo capazes de, posteriormente, resolver problemas ditos padronizados com mais facilidade e autonomia e, criar novos significados para seu conhecimento (MARCO, 2004, p.131).

Propor desafios aos alunos é oferecer-lhes condições de produzir significados próprios para aquilo que aprendem, é oferecer-lhes oportunidades de envolver-se com sua própria aprendizagem. Em meio a esse contexto, algumas dúvidas surgem: como é possível utilizar o computador na escola básica e nas universidades para ter um ensino que atenda às expectativas da sociedade atual? Por que não desenvolver e/ou utilizar atividades produzidas em ambientes

computacionais como recursos didáticos nos quais os alunos escolares³ possam criar e recriar conceitos matemáticos?

Pensando nesses aspectos, entendemos ser relevante proporcionar “experiências durante a formação inicial do professor que dêem condições para a (re)significação de bases pedagógicas, contribuindo para a constituição profissional do educador” (CARDIM, 2008, p.8).

A pesquisa ora apresentada procurou basear-se nesta idéia e reflete o percurso de uma investigação desenvolvida no âmbito da formação inicial de professores de matemática na disciplina Informática e Ensino⁴, do curso de Matemática da Universidade Federal de Uberlândia (UFU), durante o primeiro semestre letivo de 2006⁵.

Investigamos o processo, o movimento de formação do futuro professor de matemática, acompanhando-o no movimento de vivenciar e explorar atividades de ensino e, posteriormente, produzir atividades de ensino em ambientes computacionais, as quais denominamos de **Atividades Computacionais de Ensino de Matemática**. Da análise das elaborações e das reflexões dos licenciandos, ocorridas durante o desenvolvimento das aulas e registradas, tanto por escrito quanto em áudio, fizemos inferências sobre as possíveis implicações didáticas que a proposta desta pesquisa trouxe para a formação inicial dos futuros professores de matemática envolvidos.

Para fazermos tais inferências, perseguimos, nesta pesquisa, a seguinte **questão**: *Quais implicações didáticas para a formação inicial do professor de matemática podem ser produzidas pela vivência de atividades de ensino e pela produção de atividades computacionais de ensino pelos licenciandos?*. Esta preocupação decorre de acreditarmos ser preciso propiciar, em cursos de formação de professores de matemática, não só o domínio técnico de diversas tecnologias ou *softwares* e suas potencialidades relativas à matemática. É preciso também que futuros professores encontrem situações de vivência e exploração de atividades de ensino nas quais possam (re)significar conhecimentos matemáticos, refletir teórico-metodologicamente sobre o modo como computadores e *softwares* podem contribuir *para a e na* sala de aula; e, posteriormente, possam ter condições de produzir atividades computacionais de ensino de matemática para seus futuros alunos.

³ Neste trabalho utilizamos a expressão *alunos escolares* para referir-nos aos alunos do Ensino Fundamental ou Médio.

⁴ Mais esclarecimentos sobre a disciplina Informática e Ensino serão apresentados no capítulo III.

⁵ Em razão de uma greve ocorrida no semestre letivo anterior, o primeiro semestre letivo de 2006 nesta Universidade teve início em 29 de maio de 2006 e término em 30 de setembro de 2006.

O enfoque didático da pesquisa reside no fato de assumirmos a atividade de ensino proposta para a vivência dos alunos e as atividades computacionais por eles produzidas como fontes de dados para nosso estudo, que tem na Teoria da Atividade de Leontiev (1978, 1983) sua fundamentação teórica.

Por implicações didáticas na formação docente inicial do professor de matemática, entendemos a forma como os licenciandos — responsáveis por organizar atividades de ensino — envolvem-se na vivência e na elaboração dessas atividades e como projetam esse seu envolvimento em seus futuros alunos, diminuindo sua ação gradualmente, para dar lugar às interações entre os alunos escolares (GARNIER; BEDNARZ; ULANOVSKAYA, 1996, p.24) e privilegiando a aquisição de conceitos científicos (RUBTSOV, 1996, p.186). Este entendimento ainda encontra respaldo em Ponte, Oliveira e Varandas (2003), que defendem que, nos dias atuais, o papel do professor deva ser “marcado pela preocupação em criar situações de aprendizagem estimulantes, desafiando os alunos a pensar, apoiando-os no seu trabalho, e favorecendo a divergência e a diversificação nos percursos de aprendizagem.” (p.166). Segundo essa concepção, o papel do professor passa a ser o de mediador de possíveis situações que surgirão inesperadamente (RUBTSOV, 1996, p.189).

Como **objetivo principal** desta pesquisa, procuramos analisar as implicações didáticas que a vivência de atividades de ensino e as produções de atividades computacionais de ensino por licenciandos podem trazer para a formação do futuro professor de matemática. E, como **objetivos específicos**, pretendemos:

- analisar quais aspectos teórico-metodológicos os licenciandos enunciam, ao vivenciar e produzir atividades computacionais de ensino de matemática;
- analisar aspectos profissionais (de formação) presentes nas enunciações dos licenciandos, ao vivenciar e produzir atividades computacionais de ensino de matemática;
- analisar as características didático-pedagógicas presentes nas atividades produzidas pelos licenciandos;
- investigar quais motivos podem levar o futuro professor a produzir atividades computacionais de ensino.

Na perspectiva histórico-cultural⁶ estão baseadas as referências teóricas para o estudo e a análise dos dados que nos auxiliaram a definir quais implicações didáticas a produção de atividades computacionais de ensino pode trazer para a formação inicial do professor de matemática.

Segundo o referencial teórico que adotamos, o homem, ao produzir conhecimento, modifica seu meio e modifica-se. Esta idéia é explorada por Kopnin (1978) e, nele e em Davydov (1982, 1988), buscamos elementos teóricos para entender e estudar os diversos movimentos do pensar do graduando, tendo o ambiente computacional como potencializador da sua atividade de pensar, representar conhecimentos e produzir uma atividade computacional de ensino.

Nesta pesquisa, tomamos como protagonistas 16 licenciandos dos sétimo e oitavo períodos da disciplina Informática e Ensino do curso de Licenciatura em Matemática da Universidade Federal de Uberlândia e tomamos como fontes de dados suas produções: portfólios⁷, relatórios de atividades vivenciadas, mapas conceituais, depoimentos audiogravados, atividades computacionais de ensino produzidas. No entanto, optamos por dialogar ao longo de todo o texto teórico com diversos alunos do curso de Matemática⁸, diante das importantes contribuições trazidas por eles durante as dinâmicas de formação e em seus portfólios que, de alguma forma, influenciavam nas atividades vivenciadas e produzidas pelos protagonistas desta investigação. Tal opção decorreu de entendermos que “o saber é fruto da interação entre sujeitos, o fruto de uma interação lingüística inserida num contexto” (GAUTHIER, 2006, p.339) e, ao oportunizar-se ao aluno, de qualquer nível de ensino, “ter voz” (D’AMBRÓSIO, B., 2005), ele se torna co-participante, co-responsável por sua formação e pela formação dos colegas da disciplina.

Analisar as implicações didáticas que o processo de produção, por licenciandos, de atividades computacionais de ensino pode trazer para a formação desse futuro professor de matemática é o que diferencia esta pesquisa das existentes na literatura. Neste estudo, colocam-

⁶ Dentre os autores que representam a teoria histórico-cultural, temos por base Leontiev (1983, 1988, 2001a, b) e Davydov (1982, 1988), no que se refere à teoria da atividade, e os autores que nela se fundamentam, como Moura (1996, 2000, 2002) e Lanner de Moura et al. (2003a, b) para caracterizar atividade de ensino; e, no que se refere à atividade de formação, respaldamo-nos em outros, como Moura (2002, 2003) e Araújo (2003).

⁷ Entendemos o termo portfólio como instrumento de diálogo entre formador e formando, pois deve propiciar a este ampliação e diversificação do seu olhar, deixando-se invadir por dúvidas e por conflitos, para deles poder emergir mais consciente, mais informado, mais seguro de si no processo de formar-se. O portfólio deve ser elaborado continuamente e com reflexões, o que permite capturar o fluir do pensamento do formando, à medida que vai (ou não) sendo capaz de analisar criticamente as suas práticas (SÁ-CHAVES, 2000).

⁸ Todos esses alunos integravam, no primeiro semestre letivo de 2006, a mesma turma da disciplina Informática e Ensino, nosso campo de investigação. Eles e os protagonistas serão mais bem caracterizados no capítulo III.

se, para os futuros professores de matemática, desafios como o de criar atividades de ensino em ambientes computacionais de forma interativa e inovadora, envolvendo o saber pensar e o conhecimento teórico do professor (DAVYDOV, 1988).

A partir dos estudos desta pesquisa, temos, como meta, contribuir com os formadores de professores, para que possam refletir sobre a formação do futuro professor de matemática em ambientes computacionais assumidos na prática docente segundo o enfoque da atividade de ensino. Para os licenciandos, esperamos possibilitar a construção e a generalização de significados próprios para conceitos matemáticos, estabelecendo com a matemática uma relação mais afetiva, criativa e lúdica; e propiciar condições para que utilizem, de forma reflexiva, ambientes computacionais em sua futura prática profissional.

Este desejo surge por notarmos que os licenciandos, como revelam pesquisas⁹ já realizadas, percebem o descaso com o uso de computadores nas escolas:

Os computadores nas escolas, muitas vezes, são deixados de lado pela falta de habilidade dos professores para manuseá-los, como tenho visto nos estágios que realizei. Depois de nossas discussões vejo que o aprendizado através das máquinas só é satisfatório se forem propostos objetivos a serem atingidos por atividades bem elaboradas pelo professor, que deve ser o mediador da aprendizagem, verificando se os alunos apresentam uma postura ativa com relação às atividades (Paula, 7LM¹⁰, portfólio, set/06)¹¹.

Com as considerações delineadas e para relatar o processo desta investigação, apresentamos a estrutura deste texto, que trata da pesquisa realizada.

No **capítulo I**, abordamos o conceito de atividade e atividade de ensino na formação do professor de matemática; pretendemos eleger elementos que nos auxiliem a entender a produção de atividade computacional de ensino como atividade de formação do professor de matemática.

O **capítulo II** tece reflexões teóricas sobre a utilização da tecnologia computacional no ensino de matemática, na formação inicial do professor de matemática, e sobre a visão de licenciandos, protagonistas desta pesquisa, a respeito da utilização de ambientes computacionais

⁹ Campos (2007).

¹⁰ Licencianda do 7º período do Curso de Licenciatura em Matemática. Utilizaremos, nesta pesquisa, a sigla **LM** quando se tratar de aluno matriculado do 5º ao 8º períodos do Curso de Licenciatura em Matemática e, a sigla **CM** quando for aluno do 1º ao 4º períodos do Curso de Matemática; antecedidas pelo respectivo período ao qual o aluno se encontrar matriculado.

¹¹ Ressaltamos que, com o intuito de preservar a identidade dos protagonistas da pesquisa, os nomes utilizados são fictícios.

no ensino de matemática. Discutimos também a relação entre atividade de formação e tecnologia, tendo esta como potencializadora do pensamento humano no processo de formar-se professor.

No **capítulo III**, discorremos sobre a questão, os objetivos, o problema e a metodologia da pesquisa, bem como sobre o processo utilizado para o registro das informações e a caracterização dos protagonistas da pesquisa. Neste capítulo também apresentamos o panorama geral das atividades de ensino propostas aos alunos do curso de Matemática na disciplina Informática e Ensino no primeiro semestre de 2006 e selecionadas para esta pesquisa. Tais atividades foram vivenciadas anteriormente à proposta da produção da atividade computacional de ensino de matemática, com o objetivo de oferecer aos alunos situações nas quais pudessem (re)significar conceitos matemáticos “aprendidos” nos ensinos Fundamental e Médio, além de buscar e identificar elementos que servissem de referência para a produção das próprias atividades. Ainda neste capítulo, fazemos uma explanação da organização do material empírico de pesquisa para a análise e a caracterização das categorias de análise.

No **capítulo IV** apresentamos a análise das implicações didáticas da vivência e a exploração de atividades de ensino pelos licenciandos, observando a importância de gerar uma necessidade no indivíduo e um motivo pessoal para aprender, o que pode levá-lo a (re)significações conceituais já elaboradas. Analisamos ainda, neste capítulo, o que tais atividades podem oferecer à formação de futuros professores de matemática e à sua futura prática pedagógica, observadas à luz da teoria do conhecimento histórico-cultural desenvolvida por Vigotski, Leontiev e Davydov, utilizada ao longo da pesquisa.

No **capítulo V** aprofundamos a discussão das implicações didáticas que a produção de atividades computacionais de ensino pode oferecer à formação inicial de professores de matemática, além da importância de gerar uma necessidade no indivíduo e um motivo pessoal para ensinar e aprender.

Por fim, traçamos as **Considerações Finais** sobre a pesquisa realizada, objetivando contribuir para o ensino de matemática e para pesquisas no campo da formação inicial do professor de matemática, tendo o computador como um elemento externo de mediação entre homem e mundo e considerando sua possível relação com a Teoria da Atividade leontieviana. Apresentamos também sugestões para novas pesquisas.

É nosso intuito que esta pesquisa se configure como uma importante contribuição à área de educação matemática, pois integra o contexto tecnológico¹² com a formação inicial de professores de matemática, criando uma situação de aprendizagem na qual os licenciandos¹³ podem vivenciar momentos de exploração, (re)significação de conceitos matemáticos e significação da futura prática pedagógica. Além disso, oferece indícios para que os futuros professores percebam a importância da experiência da produção de atividades computacionais de ensino e da mediação do professor no trabalho pedagógico para sua formação profissional.

¹² Referimo-nos à exploração, à análise e à utilização de ambientes computacionais no ensino de Matemática.

¹³ Destacamos que o leitor encontrará, durante a leitura desta pesquisa, ora o termo “licenciando” ora “graduando”, sendo o primeiro referente a aluno matriculado no Curso de Licenciatura em Matemática e o segundo, relativo a aluno matriculado no 2º, 3º ou 4º períodos do Curso de Matemática. Fizemos essa opção por haver, durante a pesquisa, atividades desenvolvidas com todos os alunos matriculados na disciplina Informática e Ensino. Lembramos também que esses alunos eram provenientes de diferentes períodos do Curso de Matemática, como melhor explicitamos no capítulo III.

CAPÍTULO I

Atividade de Ensino na Formação Inicial do Professor de Matemática

1.1. O conceito de atividade

A expressão “atividade” tem, no senso comum e na cultura escolar, significados diversos. Na literatura, assume significados que nem sempre estão de acordo com o senso comum. O significado que daremos a ela nesta pesquisa tem referência, sobretudo, em Leontiev (1978, 1983, 2001a, b).

Em sua obra *Atividade, consciência e personalidade* (1983), Leontiev refere-se a Marx e afirma que para esse autor, “a atividade em sua forma inicial e principal é a atividade prática sensitiva mediante a qual as pessoas entram em contato prático com os objetos do mundo que as circundam, experimentam sua resistência, influem sobre eles, subordinando-se à suas propriedades objetivas”¹⁴ (p.15).

Leontiev (2001b) aborda atividade como uma unidade de formação na qual as necessidades emocionais e materiais dirigem a ação do sujeito. Define atividade como “os processos psicologicamente caracterizados por aquilo a que o processo, como um todo, se dirige (seu objeto), coincidindo sempre com o objetivo que estimula o sujeito a executar esta atividade, isto é, o motivo” (p.68). Moura (2000) complementa, dizendo que a

atividade é regida por uma necessidade que permite o estabelecimento de metas bem definidas. O estabelecimento de objetivos por sua vez permitirá a criação de estratégias para se chegar a cumprir as metas. É aí que aparece o conjunto de ações necessárias para

¹⁴ Tradução livre que faço de: “la actividad em su forma inicial y principal es la actividad práctica sensitiva mediante la cual las personas entran em contacto prático com los objetos del mundo circundante, experimentan em sí su resistencia, influyen sobre ellos, subordinándose a sus propiedades objetivas”.

levar a bom termo os objetivos a serem alcançados. Estas ações devem fazer parte de um plano no qual se inclui o uso de instrumentos, sejam eles simbólicos ou não, que servirão como auxiliares para a execução das ações (p.24, grifos nossos).

Segundo Leontiev (1978), para que uma situação se caracterize como uma atividade é necessário que ela compreenda: o objeto, o motivo, a operação/ação, a consciência e o objetivo. Este autor entende ação como

o processo que se subordina à representação daquele resultado que haverá de ser alcançado, quer dizer, o processo subordinado a um objetivo consciente. Do mesmo modo que o conceito de motivo se relaciona com o conceito de atividade, assim também o conceito de objetivo se relaciona com o conceito de ação¹⁵ (LEONTIEV, 1983, p.83, grifos nossos).

Podemos considerar a ação como o componente básico da atividade, como um meio de realizar a atividade e, conseqüentemente, de satisfazer o motivo. O traço característico de uma ação é o fato de que é sempre orientada para um objetivo.

Enquanto a ação está relacionada aos objetivos conscientes para os quais ela se dirige, a operação está relacionada com as condições da ação, isto é, as operações constituem as formas de realização de uma ação (LEONTIEV, 1983).

É importante destacarmos que o que distingue uma atividade de outra é o seu objeto, o seu motivo (LEONTIEV, 1983), e estes devem coincidir dentro da atividade. Este autor assinala, ainda, que “o objeto da atividade é seu motivo real”¹⁶ (p.83) e o conceito de atividade está necessariamente relacionado ao conceito de motivo, sem o qual aquela não pode existir. O motivo é o que direciona a atividade. Podemos dizer que um sujeito se encontra em atividade quando o objetivo de sua ação coincide com o motivo de sua atividade, e esta deverá satisfazer uma necessidade do indivíduo e do grupo em sua relação com o mundo, procurando atingir um objetivo.

Em outra obra, este mesmo autor distingue o processo de ação da atividade, afirmando que “um ato ou ação é um processo cujo motivo não coincide com seu objetivo, (isto é, com aquilo para o qual ele se dirige), mas reside na atividade da qual ele faz parte. [...]. Porque o objetivo de uma ação, por si mesma, não estimula a agir” (LEONTIEV, 2001b, p.69).

¹⁵ Tradução livre que faço de: “al proceso que se subordina a la representación de aquel resultado que habrá de ser alcanzado, es decir, el proceso subordinado a um objetivo consciente. Del mismo modo que el concepto de motivo se relaciona com el concepto de actividad, así también el concepto de objetivo se relaciona com el concepto de acción”.

¹⁶ Tradução livre que faço de: “el objeto de la actividad es su motivo real”.

Para melhor compreendermos estas idéias de Leontiev, recorreremos ao seu exemplo clássico sobre atividade: a caçada primitiva coletiva.

A caçada coletiva é a atividade, a caça o seu **objecto**, e a fome da presa é o seu **motivo**. Quando os batedores fazem barulho para assustar o veado, o bater das suas mãos é uma **operação**, e o bater como um todo é uma **ação** dentro da atividade da caça, motivada pela fome a ser satisfeita pela realização da atividade. Essa ação de fazer barulho tem como **objetivo** assustar o veado. No entanto, o objetivo contradiz o objeto e o motivo da atividade, que é apanhar o animal e distribuir e consumir a comida. A ação dos batedores é parte da atividade na base do seu saber consciente de que eles assustam o veado para que ele possa ser apanhado. Isto implica que a **consciência** humana tem um aspecto representacional mediador e mobilizador. A ação dos batedores só é possível na condição de representar a ligação entre o objetivo da sua ação e o motivo da atividade cooperativa. Eles precisam ser capazes de representar relações entre objetos, mesmo sendo irrelevantes para as suas necessidades reais, ou então eles continuarão simplesmente por si próprios e dessa forma muitas vezes falhando na obtenção do objeto. As suas consciências específicas e particulares são constituídas através do seu conteúdo, o qual tem como elementos os significados. Através dos **significados** eles são capazes de representar a relação entre o motivo e o objetivo da ação; desta forma eles implicam-se na atividade; faz sentido para os batedores. Uma atividade distingue-se de outra principalmente pelo seu objeto e motivo. Isto pode ser a chave para nos apercebermos do desenvolvimento da atividade da seguinte forma. Se, por exemplo, um batedor descobrir que é divertido bater, se ele começa a bater pelo seu belo prazer, ele está motivado pelo bater; o bater é um objeto apropriado; ele produz uma nova atividade a partir de uma antiga ação. Uma ação pode, portanto, desenvolver-se numa atividade pela aquisição de um motivo, e a nova atividade pode ela própria subdividir-se num conjunto de ações. Por outro lado, uma atividade pode tornar-se uma ação se o seu motivo se desvanece, e pode integrar-se noutra atividade. Da mesma forma, uma ação pode evoluir para uma operação, capaz de cumprir várias ações (LEONTIEV, 1983).

O ser humano é motivado por complexas necessidades, como, por exemplo, organizar uma ação na busca de um objetivo, estabelecer relações, planejar ações, adquirir novos conhecimentos, comunicar-se, assumir determinado papel na sociedade (REGO, 1995). Neste sentido, Leontiev (1983, p.84) destaca que “a atividade humana não pode existir de outra maneira que em forma de ações ou grupo de ações”¹⁷, e Moura (2000, p.121) considera como “essência da atividade humana: planejar, definir ações, eleger ferramentas e fazer sínteses avaliadoras”. Com as considerações de Leontiev (1983) e Moura (2000), podemos inferir que, para uma atividade configurar-se como humana, é essencial que seja movida por uma *intencionalidade*.

Estas idéias nos remetem a Lanner de Moura et al. (2003 a, b), quando lembram que a atividade é constituída de momentos que se interpenetram: o instante em que a necessidade é

¹⁷ Tradução livre que faço de: “La actividad humana no puede existir de otra manera que en forma de acciones o grupos de acciones”.

sentida e imediatamente percebida e o instante da formulação do problema. Temos aqui os aspectos cognitivo e subjetivo do indivíduo em constante movimento.

Quando sugerimos que o aspecto subjetivo do sujeito deve ser considerado, defendemos a idéia de que o cognitivo não está desconectado das sensações. Ao interpretarmos a função cognitiva do ponto de vista da teoria de conhecimento de Kopnin (1978), entendemos ser ela uma forma do pensamento que se manifesta pela dedução e pela linguagem lógica, que têm suas bases nas formas sensitivas do pensamento, as que surgem da relação imediata do indivíduo, sujeito singular, com seu meio, como as sensações e percepções (MARCO, 2004).

Estes elementos por si só não são suficientes “para produzir o indivíduo humano, na ausência do ambiente social. As características individuais (modo de agir, de pensar, de sentir, valores, conhecimentos, visão de mundo etc.) dependem da interação do ser humano com o meio físico e social” (REGO, 1995, p.58). Em outras palavras, para humanizar-se, o indivíduo precisa socializar-se e interagir com outras pessoas.

A troca, o compartilhar informações, experiências e estratégias entre sujeitos podem transformar a ação coletiva em uma atividade individual extremamente produtiva para cada sujeito envolvido no processo, visando promover sua própria formação. As conquistas diárias individuais podem resultar de processos compartilhados nos quais “o sujeito se faz como ser diferenciado do outro, mas formado na relação com o outro: singular, mas constituído socialmente, e, por isso mesmo, numa composição individual, mas não homogênea” (SMOLKA; GÓES, 1993 apud REGO, 1995, p.62). Ou seja, cada indivíduo, desde seu nascimento, constrói seu conhecimento a partir da relação com o outro ou com o meio, transforma e é transformado nas relações produzidas na cultura em que se insere por meio de um processo de interiorização e atribuição de significados próprios às situações que participa.

Sobre este aspecto, Leontiev (1978) lembra-nos que a “realidade aparece ao homem na sua significação, mas de maneira particular. A significação mediatiza o reflexo do mundo pelo homem na medida em que ele tem consciência deste, isto é, na medida em que o seu reflexo do mundo se apóia na experiência da prática social e a integra” (p.95, grifo nosso).

Estes fatos tornam o homem “um ser social e histórico e é a satisfação de suas necessidades que o leva a trabalhar e transformar a natureza, estabelecer relações com seus semelhantes, produzir conhecimentos, construir a sociedade e fazer história” (REGO, 1995, p.96).

1.2 Atividade de ensino e a formação inicial de professores de matemática

Discussões, reflexões, análises já consagradas pela comunidade científica sobre a atividade de ensino como atividade de formação do professor de matemática foram referenciais para nossa reflexão e discussão neste estudo. Trazemos também para esta discussão reflexões dos alunos protagonistas desta pesquisa sobre suas concepções a este respeito. Esta opção deve-se ao fato de acreditarmos que quando se “dá voz” ao aluno (D’AMBRÓSIO, B., 2005) de qualquer nível de ensino, ela é capaz de torná-lo co-responsável pela sua formação, à medida que ele sugere modificações, mobilizando conhecimentos adquiridos ao longo de suas histórias pessoais, expondo dúvidas, anseios, certezas, crenças e podendo (re)pensar tais conhecimentos, entretecendo sua voz com a de seus pares.

Procurando “dar voz” aos alunos da disciplina Informática e Ensino, perguntamo-lhes qual a primeira concepção que tinham sobre a expressão atividade de ensino¹⁸ e obtivemos respostas como:

Atividade de ensino é qualquer atividade voltada para a produção de conhecimento (Paula, 7LM, questionário, 30/05/06).

Uma atividade de ensino é uma forma bem elaborada de interagir com áreas do conhecimento, de forma que alunos e professor possam construir esse conhecimento e mais do que isto, um possa aprender com o outro (Eduardo, 7LM, questionário, 31/05/06).

Atividade de ensino não se limita em resolver problemas com lápis e borracha. Creio que vai além disso. Exemplos práticos, softwares e atividades que envolvam situações práticas e até históricas são importantíssimas para a compreensão do aluno (Diego, 7LM, questionário, 31/05/06).

Apesar de serem esses os conhecimentos iniciais dos alunos sobre atividade de ensino, em alguns aspectos suas falas sobre atividade parecem estar respaldadas em pesquisadores desta teoria, como Lanner de Moura et al. (2003a,b) , Moura (2000, 2002) e Araújo (2003). Nos exemplos de Paula Eduardo e Diego, pode-se entender, como diz Moura (2000), que a “atividade de ensino quase sempre está associada à idéia de busca do professor por um modo de fazer com

¹⁸ Estas concepções foram obtidas por meio de um questionário proposto no primeiro dia de aula da disciplina Informática e Ensino e encontra-se no Anexo B, na página 214 desta obra.

que o aluno aprenda um determinado conteúdo escolar” (p.23), valorizando a troca de significados na relação professor-aluno mediada pelos conteúdos escolares. A atividade de ensino elaborada *na e para* a sala de aula é vista como uma ação interativa que “tem por objetivo organizar uma seqüência de conteúdos escolares que permite cumprir um determinado objetivo educacional” (MOURA, 2000, p.22) e proporcionar, aos envolvidos no processo, aprender a pensar os conceitos matemáticos.

A utilização de atividades de ensino como atividade de formação (MOURA, 1996, 2000, 2002) é concebida nesta pesquisa por apresentar uma abordagem que toma o aluno em todo seu movimento de aprendiz, considerando, além do aspecto cognitivo, outros, de natureza distinta deste, como as formas sensitivas do pensamento: sensações e percepções, assim denominadas por Kopnin (1978). Estas dizem respeito a movimentos subjetivos do pensamento do aluno, ainda não objetivamente expressos por deduções e linguagem lógica; uma abordagem que contempla a existência de um momento anterior à solução propriamente dita do problema, em que são consideradas as emoções, além de sentimentos, frustrações, dúvidas, hesitações, alegrias e desejo de resolver a situação encontrada. Durante todo esse processo, o aluno tanto aceita sugestões e propostas de colegas quanto as recusa; tanto hesita e responde quanto afirma e interroga; tanto fica perplexo com o desconhecido, quanto é contundente no que sabe.

Para Moura (2000), a atividade de ensino caracteriza-se por envolver o aluno em situações-problema reflexivas que gerem a necessidade do desenvolvimento de significados próprios do conceito em questão, que o levem a melhor apreender o mundo em que vive e adquirir novos instrumentos para intervir em seu meio cultural. A atividade de ensino, em primeiro lugar,

precisa ser do sujeito. Isto é, deve provocar no sujeito uma necessidade de solucionar algum problema. Ou, melhor ainda: ter sua nascente numa necessidade. Esta, por sua vez, só aparece diante de uma situação que precisa ser resolvida e para cuja solução exige uma estratégia de solução. Assim, ela exige um plano de ação. Nesse plano, o sujeito parte de conhecimentos que já possui e que lhe servem de instrumento para poder avaliar a situação vivenciada. É desse seu nível de conhecimento que parte para resolver o problema que lhe é colocado (MOURA, 2000, p.34, grifos nossos).

Este mesmo autor enfatiza que atividade de ensino é

aquela que se estrutura de modo a permitir que sujeitos interajam, mediados por um conteúdo, negociando significados, com o objetivo de solucionar coletivamente uma situação-problema. É atividade orientadora porque define elementos essenciais da ação

educativa e respeita a dinâmica das interações que nem sempre chegam a resultados esperados pelo professor. Este estabelece os objetivos, define as ações e elege os instrumentos auxiliares de ensino, porém não detém todo o processo, justamente porque aceita que os sujeitos em interação partilhem significados que se modificam diante do objeto de conhecimento em discussão (MOURA, 2002, p.155, grifos nossos).

Diante dessa caracterização de atividade de ensino, nesta pesquisa a entendemos como uma situação desencadeadora de um novo conhecimento para o sujeito, pois ela gera neste uma necessidade que, a partir dos conhecimentos já elaborados e assimilados, proporcionará a ele um conhecimento diferente do inicial. Nesse processo, o sujeito precisa avaliar a situação continuamente.

Vale lembrar que Moura (1996) evidencia como importante no desenvolvimento de uma atividade de ensino um “novo” olhar do professor sobre o significado de ensinar e aprender, nas relações de sala de aula.

Para tanto, é importante que as atividades de ensino estejam carregadas de intencionalidade por parte do proponente; que haja um motivo que permita estabelecer metas e objetivos bem definidos para a criação de estratégias que irão compor o plano de ação daquele que a propõe, pois sua finalidade maior é o ensino (de matemática, no nosso caso). Uma atividade de ensino “tem o nível do problema que o sujeito é capaz de resolver e é o motor de desenvolvimento do sujeito” (MOURA, 2000, p.34).

Com o intuito de levar o leitor a melhor acompanhar nosso raciocínio, elaboramos um mapa conceitual¹⁹ (Figura 1) que traduz nosso entendimento sobre uma atividade de ensino, segundo Moura (1996, 2000, 2002).

¹⁹ Por mapa conceitual, entende-se uma representação visual de um tema; uma estratégia de estudo, de aprendizagem e de avaliação. Ele deve conter o conceito central, conceitos secundários em estudo e exemplos. Pode ser usado no início, durante o processo de exploração de temas e também ao final desta e antes da avaliação formal ou mesmo como avaliação. (NOVAK, J.; GOWIN, B. *Aprender a aprender*. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 1999). É importante lembrar que um mapa conceitual pode ter diversas interpretações, pois refere-se a um entendimento individual sobre um tema.



Fig. 1 – Movimento entre atividade de ensino e alunos

O compartilhar significados e experiências com o outro constitui um momento muito importante na atividade de ensino, pois pode encaminhar para a resolução do problema coletivamente, mediante a análise de idéias e diferentes pontos de vista dos envolvidos no dinâmico processo de ensino e aprendizagem. Nesta pesquisa, essa situação foi possível e concretizou-se mediante as atividades propostas para vivência, exploração e discussão, permeadas pela dinâmica indivíduo-grupo-classe (Figura 2). Oferecemos um contexto de aprendizagem que possibilitou aos graduandos refletir e elencar elementos que, talvez, sejam incorporados à sua prática pedagógica futura.

A dinâmica indivíduo-grupo-classe, utilizada nesta pesquisa, propõe integrar o sujeito ao movimento conceitual: deve-se, num primeiro momento, pensar individualmente sobre a situação-problema encontrada e atribuir significados próprios a ela; em seguida, discutir as sínteses elaboradas individualmente com um pequeno grupo de trabalho. Este, por sua vez, elabora uma síntese coletiva a partir das reflexões de todos os seus membros e, então, é feita uma

discussão com o grupo-classe para encontrar uma possível solução ou a solução mais adequada para a situação-problema (LANNER DE MOURA et al., 2003a, b).

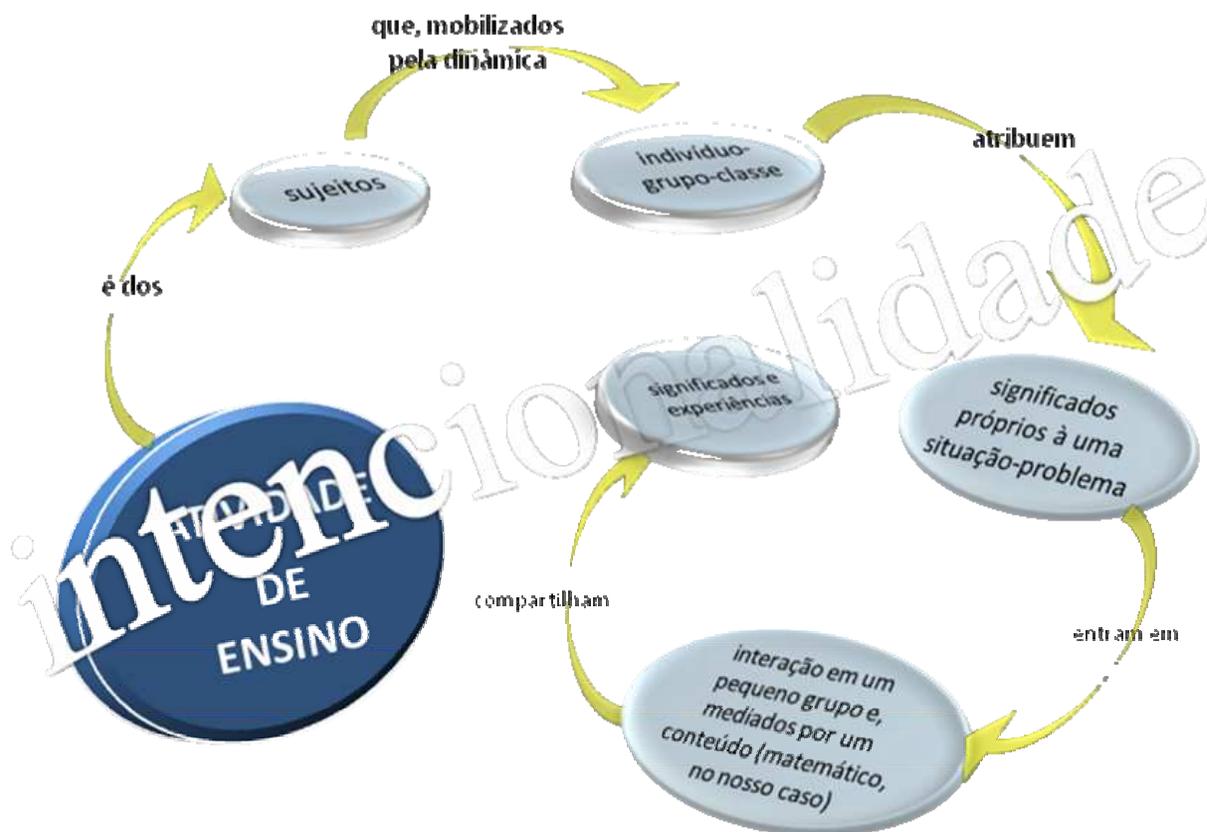


Fig. 2 – Movimento entre alunos ao vivenciar uma atividade de ensino

Entendemos que esse movimento pode ocorrer, se houver, no processo de formação,

condições educativas que permitam que a atividade adquira um significado pessoal para o indivíduo, tornando-se uma fonte de desenvolvimento pessoal e uma condição para sua entrada na prática social. A aprendizagem não é só aquisição de conhecimento, mas é, em primeiro lugar, um processo de mudança, reorganização e enriquecimento do indivíduo (CHRISTIANSEN; WALTHER, 1986 apud GALVÃO-COUTO, 1998, p.77).

Tal condição foi criada nesta investigação a partir da proposta de produção de uma atividade computacional de ensino, mobilizada pela dinâmica indivíduo-grupo-classe e caracterizada pela busca dos protagonistas por *softwares* e situações matemáticas que lhes fossem familiares e significativas, vivenciadas em aulas presenciais durante a disciplina Informática e

Ensino. Esse processo, a nosso ver, constituiu-se em uma atividade de formação para licenciandos de matemática, conforme será abordado no próximo item.

Procuramos romper com a concepção empírica de ensino “de que basta saber fazer, atribuindo ao formador o papel de transmissor de técnicas eficientes de ensino” (ARAÚJO, 2003, p.8). Isso significa acreditarmos na necessidade de oferecer condições para que os futuros professores possam refletir sobre o que fazem e “olhar” para a ação pedagógica como mediadores; entender conceitos científicos como conhecimentos humanamente construídos em busca da compreensão de fenômenos (ARAÚJO, 2003); compreender o ensino como um processo intencional que gere, nos alunos, uma necessidade e um motivo para aprender e promova uma interação entre estes para que a produção do conhecimento ocorra.

Essa compreensão reforça a opção teórica histórico-cultural abordada nesta pesquisa e leva-nos a propor ações de formação docente que considerem “concepções de natureza interativa, colaborativa e mista que possibilitem o desenvolvimento progressivo e equilibrado dos sujeitos para sua autonomia” (TAVARES, 1996, p.67).

Dentro desta abordagem, a atividade de ensino pode introduzir as bases necessárias à ação docente, conferindo a esta aspectos didático-pedagógicos, oportunizando aos futuros professores a reflexão teórica, a análise e o planejamento. Nesta pesquisa, entendemos que a reflexão teórica tem fundamentos na análise e no planejamento referentes às bases essenciais das ações dos alunos na resolução de problemas, e o planejamento, alia-se à construção e à investigação de sistemas de ação possíveis e das condições necessárias para a sua finalização nos processos de resolução de problemas (GARNIER; BEDNARZ ; ULANOVSKAYA, 1996).

1.3 Atividade de ensino como atividade de formação do professor de matemática

Tendo como referência nossa vivência em cursos de graduação, formação continuada de professores ou até mesmo em cursos de pós-graduação *stricto sensu*, é comum a existência de discussões sobre erros cometidos por alunos em relação aos diversos conteúdos matemáticos. Não queremos que estas discussões sejam esquecidas. Julgamos ser necessário haver, também e principalmente, discussões sobre a produção histórica e cultural de tais conteúdos.

Talvez esta preocupação advenha da idéia há muito cultivada de que “a licenciatura preocupa-se muito mais em formar um profissional que tenha o domínio ‘operacional e

procedimental’ da matemática do que um profissional que fale sobre a matemática, que saiba expor suas idéias de múltiplas formas, tendo em vista a formação humana” (FIORENTINI; CASTRO, 2003, p.137).

Na disciplina Informática e Ensino, campo de nossa investigação, algumas discussões foram realizadas tendo textos teóricos e atividades de ensino como norteadores das reflexões. Tais discussões, vivências²⁰ de atividades de ensino e produção de atividades computacionais de ensino constituíram-se atividades de formação para os protagonistas deste estudo. Segundo Moura (1996), a

atividade de ensino deve conter em si a formação do professor que toma o ato de educar como uma situação-problema, já que esta possui o elemento humanizador do professor: a capacidade de avaliar as suas ações e poder decidir por novas ferramentas e novas estratégias na concretização de seus objetivos (p.36).

Esse pensamento leva-nos a entender a atividade de formação como uma situação na qual o sujeito vivencia e analisa situações de ensino, compartilha diferentes saberes com colegas, produz atividades de ensino e elabora generalizações didático-pedagógicas acerca do ensino de matemática. Por meio desta situação, acreditamos que é possível observar como o professor se forma; como se apropria do computador; e como este contribui para sua futura prática como um potencializador da aprendizagem do aluno.

Nesta pesquisa, estamos transferindo as idéias de Moura (1996, 2000, 2002) sobre atividade de ensino para o contexto de formação inicial do professor de matemática quando este produz, em grupos, em ambiente computacional, atividades que passaremos a chamar de **atividades computacionais de ensino de matemática**.

Na produção de uma atividade computacional de ensino de matemática:

- a proposta coletiva é a atividade a ser produzida;
- a exigência da disciplina Informática e Ensino é a necessidade gerada;
- o ensino é o seu objeto;
- propor situações para o desenvolvimento de conceitos matemáticos, pensar a aprendizagem do futuro aluno e trabalhar com ambientes computacionais são os motivos.

²⁰ Por “vivência” estamos entendendo, juntamente com González Rey (2000), “la relación afectiva del niño con su medio. Para él [Vigotski], en la vivencia están representados tanto el medio, como lo que el niño aporta a través de nivel ya alcanzado por él, por tanto, la vivencia representa la unidad indisoluble de elementos externos e internos, que se expresan indisolublemente integrados en aspectos cognitivos y afectivos” (p.136).

Quando o grupo discute e define idéias e instrumentos (*softwares*) a serem inseridos e utilizados na proposta, está realizando uma operação; e a discussão como um todo é uma ação dentro da produção de uma atividade computacional de ensino, motivada pelo objetivo de levar os futuros alunos a compreender significativamente um conceito matemático. No entanto, isso só acontecerá quando a intencionalidade da atividade de formação coincidir com o motivo do aluno (graduandos, neste caso) para realizá-la. Além disso, é importante que o professor tenha uma intencionalidade com a atividade proposta e faça a mediação do trabalho sempre.

Produzir uma atividade computacional de ensino de matemática, nesta pesquisa, é a necessidade dos licenciandos e envolve uma operação complexa. Significa não apenas pensar nos objetivos, mas nos meios para atingi-los.

Nossa hipótese encontra argumento em reflexões de alunos que participaram da pesquisa. Eis algumas delas:

Ao produzir a atividade computacional de ensino percebi como devo abordar os conceitos para os alunos e isto enriqueceu minha formação profissional e me mostrou novas possibilidades para produção de uma atividade de ensino (Denise, 7LM, portfólio, set/06).

Só através da produção da atividade computacional de ensino, pude compreender o real sentido desta. Quando propomos uma atividade de ensino para nossos alunos, devemos ter em mente "direcionar" o pensamento destes, levando-os a um pensamento mais geral, significativo e prático sobre o tema abordado. [...]. Acho que através de uma atividade de ensino bem elaborada, o conhecimento, como um todo, pode ser obtido pelos alunos de uma forma mais prazerosa e mais contundente, ou melhor, eles obterão um conhecimento não apenas superficial, mas sim para toda vida (Rodrigo, 7LM, portfólio, set/06).

Essas reflexões levam-nos a entender que “ao agir sobre o objeto também nos modificamos e, sendo assim, passamos a ver os objetos de modo diferente à medida que interagimos com eles” (MOURA, 2000, p.9) e que é a

necessidade que desencadeia os processos de formação do professor. [...]. Neste processo, ao ter de atentar para os aspectos da formação geral que a atividade promove, percebe a complexidade da própria atividade. Assim, ao construir a atividade com intencionalidade, opta por conteúdos que tenham potencialidade de impacto na formação do aluno (p.118).

Em cursos de formação de professores, seria importante que se possibilitasse aos alunos o desenvolvimento de capacidades “em que os conteúdos curriculares não atuam como fins em si mesmos, mas como meios para a aquisição e desenvolvimento dessas capacidades” (BRASIL, 1997, p.44), tendo em vista “que o aluno possa ser sujeito de sua própria formação, em um complexo processo interativo em que também o professor se veja como sujeito de conhecimento.” (BRASIL, 1997, p.44).

Associando essa idéia ao trabalho com ambientes computacionais e fundamentando-nos em pesquisas nacionais e internacionais²¹, acreditamos em um ensino no qual o papel do professor possa ser marcado pela preocupação em criar situações de aprendizagem interativas, estimulantes e desafiadoras, que façam os alunos escolares pensar. Seria importante também que o professor procurasse entender o conteúdo matemático como algo dinâmico, passível de ser criado, (re)criado e, acima de tudo, compreendido e até mesmo (re)significado. Essa postura contribuiria para que o professor, cada vez mais, respeitasse o ritmo de aprendizagem de cada aluno, valorizando também o saber pensar e não só o saber fazer (LIMA, 1998); o pensamento teórico e não só o pensamento empírico (DAVYDOV, 1988).

Fundamentando essas idéias, encontramos Cardim (2008), que também entende ser fundamental que em programas de formação docente haja espaços de formação que permitam aos futuros professores (re)pensar concepções sobre a matemática e seu ensino, tecendo reflexões que possam fundamentar as práticas que irão influenciar na constituição do professor de matemática.

Miskulin, Lanner de Moura e Silva (2003) também são fontes de fundamentação teórica para nossa pesquisa, quando escrevem que a

tecnologia computacional encoraja os criadores/projetistas de cursos a incorporar a dimensão multimídia através da música, vídeo, imagem, entre outros, onde antes só teria texto. [...] há um grande potencial para a criação de um ambiente computacional dinâmico e acessível a diversificadas mediações de aprendizagem, de forma que um número sempre maior de estudantes possam se apropriar dos saberes com significados próprios e selecionar as linguagens e ambientes mais próprios para representarem as suas elaborações conceituais (p.4).

As autoras ainda destacam que a “tecnologia possui como função principal implementar os objetivos e fins do sujeito ao resolver um determinado problema ou utilizar a mídia computacional para expressar um conhecimento.” (p.18).

²¹ Ponte, Oliveira e Varandas (2003), Miskulin (2003 e 2006), Silva e Fernandes (2007), Miskulin, Escher e Silva (2007).

Nesta pesquisa, entendemos a tecnologia computacional e os ambientes computacionais como recursos didáticos que podem potencializar o pensamento humano e imprimir dinamicidade às atividades produzidas pelos futuros professores, além de possibilitar-lhes utilizar recursos de que a tecnologia dispõe para simular situações cotidianas. Tais atividades poderiam ser realizadas por meio de lápis e papel, porém o caráter dinâmico, visual, atrativo e a não-linearidade de pensamento que a tecnologia possibilita dificilmente se obtêm na mídia tradicional.

Supomos que apenas produzir uma atividade que possa ser feita de forma manipulativa ou transportar os problemas de livros didáticos ou paradidáticos para o computador em nada acrescentaria para o ensino do ponto de vista didático-pedagógico, nem justificaria um alto investimento em computadores e *softwares* pelas instituições educacionais. Entendemos ser preciso haver, na formação inicial docente, a preocupação em propor a produção de atividades computacionais que sejam criativas em termos de reflexões sobre conceitos matemáticos; que evitem a utilização de imagens estáticas, com pouca interatividade ou pouco significativas e desafiadoras para os alunos que as irão explorar (SILVA, 2006).

Nesta investigação, entendemos atividade computacional de ensino como um conjunto de ações planejadas pelo professor com a intencionalidade de propor para o aluno atividades de aprendizagem de modo que este tenha um motivo que mobilize suas ações para aprender. Tais atividades podem desencadear um novo conhecimento para o aluno, pois elas geram neste uma necessidade que, a partir dos conhecimentos já elaborados e assimilados, poderão proporcionar-lhe um conhecimento diferente do inicial. O aluno poderá, ainda, desenvolver significados próprios para o conceito envolvido, que o levem a melhor apreender o mundo em que vive e adquirir novos instrumentos para intervir em seu meio cultural.

Com base nestas idéias, reorganizamos os mapas conceituais sobre atividade de ensino (Figuras 1 e 2) segundo Moura (1996, 2000, 2002), incorporando a eles a conotação que estamos atribuindo a atividade computacional de ensino de matemática (Figura 3).



Fig. 3 – Movimento de produção de uma atividade computacional de ensino de matemática

A produção de uma atividade computacional de ensino de matemática, considerada por nós uma atividade de formação e uma produção social, caracteriza-se pela busca dos licenciandos por *softwares* e situações matemáticas que lhes sejam familiares e significativas, no intuito de produzir uma atividade computacional que gere um motivo no aluno escolar para aprender. Ao final desse processo, os graduandos passam a ter um outro nível de conhecimento de como produzir uma atividade de ensino, tendo este como “seu conhecimento final provisório e que servirá de conhecimento inicial” (MOURA, 2000, p.34) para a produção de novas atividades computacionais de ensino de matemática.

Consideramos tal atividade uma produção social, pois, tendo como fundamentação teórica os pensamentos de Vigotski e Leontiev e sendo o homem essencialmente um ser de natureza social, acreditamos no “desenvolvimento de um ser contextualizado historicamente, culturalmente e socialmente” (BORGES, 2000, p.124). Um ser social que “processa informação, toma decisões, gera conhecimentos, possui crenças que influenciam sua atividade profissional.” (SILVA; FERNANDES, 2007). Um ser que tem seu conhecimento profissional considerado uma construção individual e social (GARCÍA BLANCO, 2003).

Estas idéias levam-nos a defender a “construção do conhecimento também como uma produção histórico-cultural e social” (BORGES, 2000, p.124). O processo de construção do conhecimento científico, que deveria ser visto como provisório e inacabado (CARAÇA, 2000), não é algo isolado, mas uma construção social, e a interação social, a interlocução, a argumentação de diferentes pontos de vista entre os pares podem resultar em um novo conhecimento.

Fundamentando-nos em Moura (2002), entendemos que, na atividade de ensino de cunho histórico-crítico, o significado é negociado coletivamente, o que, para nós, leva ao aprendizado coletivo e proporciona à atividade o caráter de produção social.

Entendemos também que essa produção social se configura como trabalho humano que, segundo Leontiev (1978), “é uma atividade originalmente social, assente na cooperação entre indivíduos, que supõe uma divisão técnica, embrionária que seja, das funções de trabalho; assim, o trabalho é uma ação sobre a natureza, ligando entre si os participantes, mediatizando a sua comunicação” (p.75).

Estas idéias ainda encontram eco em Marx (apud Leontiev, 1978, p.75), que defende que na

produção, os homens não agem apenas sobre a natureza. Eles só produzem colaborando de uma determinada maneira e trocando entre si as suas atividades. Para produzir, entram em ligações e relações determinadas uns com os outros e não é senão nos limites destas ligações sociais que se estabelece a sua ação sobre a natureza, a produção.

Apesar de Marx fazer esta afirmação relacionada ao trabalho humano e não ao ensino escolar, julgamos e consideramos que é possível assumi-la no contexto educacional e desta pesquisa, pois houve uma produção humana socializada dos licenciandos: compartilharam objetivos e idéias para criar a atividade computacional de ensino e nela inserir os conceitos matemáticos que pretendiam desenvolver com futuros alunos do Ensino Fundamental ou médio. Entendemos ainda que essa atividade “é uma produção social que qualifica a formação docente e, sobretudo, constitui professores ‘autores’, ou seja, professores capazes de produzir e desenvolver materiais didáticos digitais ou adaptar os já existentes a sua proposta pedagógica” (SILVA; FERNANDES, 2007, p.62).

Consideramos a produção de atividades computacionais de ensino como uma produção social que rompe com a visão absolutista da matemática e concebe-a como uma interação social, uma geração coletiva de idéias na construção do conhecimento matemático (D’AMBRÓSIO, B., 1993). Nesta perspectiva, consideramos ser necessário que se (re)pense seu ensino e, conseqüentemente, a ação docente.

CAPÍTULO II

A Tecnologia Computacional no Ensino de Matemática e na Formação Inicial do Professor de Matemática

A sociedade atual espera que as escolas garantam que todos os estudantes tenham a oportunidade de se tornar matematicamente alfabetizados, sejam capazes de prolongar a sua aprendizagem, tenham iguais oportunidades de aprender e se tornem cidadãos aptos a compreender as questões em aberto numa sociedade tecnológica. Tal como a sociedade muda, também as suas escolas devem transformar-se
(GRANDO, 1995, p.5)

2.1 A tecnologia computacional no ensino de matemática

A literatura sobre educação e sociedade tem discutido as rápidas e constantes mudanças na sociedade, evidenciando a necessidade de indivíduos dispostos a aprender e adaptar-se a novos processos; capazes de formular e resolver, habilmente, problemas existentes nas mais variadas situações diárias de trabalho.

As Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) para a educação podem ser consideradas como inimigas ou como aliadas, de acordo com o ponto de vista adotado (LESSARD; TARDIF, 2008). Elas são

inimigas quando sua incorporação à escola e, mais globalmente, os seus impactos sobre a educação e a aprendizagem só obedecem às vontades da economia das comunicações, cujo desenvolvimento parece ser o exemplo mais impressionante daquilo que os teóricos da Pós-modernidade chamam de aceleração da mudança. Elas são inimigas também quando só contribuem para o divertimento ou para uma proliferação tal da informação que circula, que ficamos todos ainda mais incapazes de estruturá-la e dominá-la. Aliás, elas podem ser aliadas quando tornam acessíveis a todos informações de qualidade, permitem a pesquisa, a criação e a interação (LESSARD; TARDIF, 2008, p.268).

Pesquisadores²² em educação e educação matemática já mostraram a importância da tecnologia no contexto educacional, indicando que a Educação tem função social e socializadora, isto é, deve proporcionar aos indivíduos acesso aos saberes e às formas culturais inerentes ao contexto social a que pertencem, promovendo desenvolvimento e aprendizagem.

Essa idéia é reforçada pelos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) (BRASIL, 1997), que afirmam que o computador “é apontado como um instrumento que traz versáteis possibilidades ao processo de ensino e aprendizagem de matemática, seja pela sua destacada presença na sociedade moderna, seja pelas possibilidades de sua aplicação nesse processo” (p.47).

Apesar de vivenciarmos uma crescente utilização das TIC nos mais diversos campos do conhecimento e de haver um documento oficial nacional do Ministério da Educação — os PCN, que apresentam a idéia de utilização de computadores no ensino de matemática —, não é essa a realidade que encontramos em muitas escolas. A disseminação e a utilização de computadores nas escolas estão muito aquém do desejado, pois não estão consolidadas no sistema educacional. Muitas vezes o que encontramos são pequenas salas com poucas máquinas e sem profissionais, técnicos e professores com formação adequada para utilizá-las como recursos auxiliares para a construção de conhecimento (CAMPOS, 2007), ficando estes equipamentos relegados à ação da poeira e à má conservação.

Cláudio e Cunha (2001) defendem que a

informatização dos currículos é, hoje, uma realidade em países desenvolvidos e em desenvolvimento. Ela busca um acesso mais rápido ao conhecimento, moeda de transação no próximo milênio. Em breve, o grau de analfabetismo de um povo terá também esta variável como um de seus componentes (p.167).

O contexto delineado proporciona algumas questões que permeiam nosso estudo e que propusemos aos protagonistas desta pesquisa, em forma de questionário²³, no primeiro dia de aula da disciplina Informática e Ensino, tais como: como é possível utilizar o computador nas aulas de matemática, para ter um ensino condizente com a sociedade atual?

²² Entre eles: Papert (1994), Valente e Almeida (1997), Valente (1998), Azinian (1998), Miskulin (1999, 2003, 2006), Borges (2000), Oliveira et al. (2001), Ponte, Oliveira e Varandas (2003), Miskulin, Lanner de Moura e Silva (2003), Borba e Pentado (2003), Bairral (2005, 2007), Cláudio e Cunha (2001).

²³ O questionário proposto aos protagonistas da pesquisa, no primeiro dia de aula, encontra-se no Anexo B, na página 214.

Sobre esse aspecto, Baldin (2003) apresenta três categorias de aula que podem ocorrer: aula expositiva, aula de laboratório e aula diferenciada. A autora defende que em uma aula expositiva tradicional o professor é o usuário ativo, faz uso das TIC para apresentar melhores exemplos, ilustrações e modelagem com dados mais reais. Em uma aula de laboratório, o aluno é o usuário ativo, tendo a tecnologia como auxiliar nos exercícios de fixação de conceitos; em atividades que enfatizam o raciocínio, que envolvem cálculos difíceis para lápis e papel; em modelagens, simulações; e em atividades de avaliação. O professor orienta e supervisiona as atividades que podem permitir progresso personalizado ou podem desviar o trabalho rapidamente dos objetivos educacionais. Os programas de geometria dinâmica, por exemplo, possuem qualidades de visualização e de interatividade para explorar propriedades e podem ser utilizados para auxiliar a construção dos conhecimentos, assim como podem auxiliar na modelagem de problemas e nas simulações. Esses programas permitem manipulação fácil e especulação de conceitos pelo próprio aluno, o que aumenta seu prazer em interagir com a tecnologia para construir conhecimentos matemáticos. Como terceira categoria, a autora propõe a aula diferenciada, na qual alunos e professores são usuários ativos, desenvolvendo projetos, aulas interdisciplinares, trabalhos em equipe, jogos educativos, modelagens e simulações, resolução de problemas, verificações e demonstrações. Esta é a categoria mais desafiadora e necessita de contínua pesquisa.

Na dinâmica das aulas em estudo nesta pesquisa, aproximamo-nos da terceira categoria apresentada por Baldin (2003), a aula diferenciada, tendo nossos protagonistas como os autores principais na produção de atividades computacionais de ensino de matemática.

As novas tecnologias, em especial de computadores, no ensino de matemática, podem ser utilizadas como ferramentas de auxílio na aprendizagem desta disciplina, proporcionando ao aluno um ambiente virtual de aprendizagem que lhe ofereça condições para fazer simulações de situações reais ou não (RODRIGUES; SOUZA JÚNIOR; LOPES, 2007) que seriam difíceis ou impossíveis de serem realizadas na mídia “lápis e papel”. Pode favorecer a verificação de hipóteses e conjecturas levantadas pelos alunos de maneira mais dinâmica, permitindo-lhes escolher seus próprios caminhos, interagir com outros espaços e seguir o seu próprio ritmo de aprendizagem, o que nem sempre é possibilitado na escola.

A este respeito, Azinian (1998) vem nos fundamentar e apresentar elementos que justificam a utilização da tecnologia computacional nesta pesquisa, tecendo algumas

considerações sobre as possibilidades da utilização da tecnologia computacional no ensino de matemática e sobre sua valorização:

- a) *Interatividade e imediatez*: A possibilidade de produzir modificações, dar respostas e requerer ações, com imediatez e fluidez, permite, entre outras coisas, a exploração dinâmica de representações e o controle de uma seqüência de ações.
- b) *Capacidade de armazenamento e recuperação da informação*: Possibilidade de armazenamento para posterior revisão do projeto de trabalho dos alunos [...].
- c) *Múltiplas formas de representação em um mesmo meio - textual, gráfica, auditiva, icônica, espacial*: Dado que os conceitos se materializam mediante uma representação e a aprendizagem de um conceito está associada ao desenvolvimento da capacidade de traduzir de um a outro tipo de representação, a exploração dinâmica, a passagem de um a outro tipo, pode permitir que o aluno descubra informação que estava implícita ou pode obrigar-lhe a criar a informação para melhorar a precisão. Esta capacidade de múltiplas formas de representação, unida ao armazenamento e facilidade de recuperação da informação, permite a criação de relações dinâmicas de grande riqueza conceitual. [...].
- d) *Polivalência, versatilidade*: O mesmo meio pode usar-se de diversas maneiras, ampliando enfoques²⁴ (pp.1-2).

Entendemos que tais elementos podem contribuir para um ensino dinâmico e ativo, auxiliando o professor a propiciar ambientes investigativos a seus alunos, oferecendo-lhes espaços e modos diferentes para representar seus conhecimentos e até mesmo (re)significar conceitos e atribuir a eles novos significados (MISKULIN; LANNER DE MOURA; SILVA, 2003).

Ainda sobre esta questão, as orientações dos PCN (BRASIL, 1998), afirmam que o uso de computadores pode trazer significativas contribuições para repensar o processo de ensino e aprendizagem de matemática, pois:

- relativiza a importância do cálculo mecânico e da simples manipulação simbólica, uma vez que por meio de instrumentos esses cálculos podem ser realizados de modo mais rápido e eficiente;

²⁴ Tradução livre que faço de: "a) *Interactividad e inmediatez*: La posibilidad de producir modificaciones, dar respuestas e requerir acciones, con inmediatez y fluidez, permite, entre otras cosas, la exploración dinámica de representaciones y el control de una secuencia de acciones.
b) *Capacidad de almacenamiento y de recuperación de la información*: Esto posibilita el almacenamiento, para su posterior revisión, de la traza del trabajo de los alumnos [...].
c) *Múltiples formas de representación en un mismo medio - textual, gráfica, auditiva, icônica, espacial*: Dado que los conceptos se materializan mediante una representación y el aprendizaje de un concepto está asociada al desarrollo de la capacidad de traducir de uno a otro tipo de representación, la exploración dinámica, el paso de uno a otro tipo, puede permitir que el alumno descubra información que estaba implícita o puede obligarle a crear información para mejorar la precisión. Esta capacidad de múltiples formas de representación, unida a la de almacenamiento y facilidad de recuperación de la información, permite la creación de un entramado de relaciones dinámicas de gran riqueza conceptual. [...].
d) *Polivalencia, versatilidad*: El mismo medio puede usarse de diversas maneras, ampliando enfoques".

- evidencia para os alunos a importância do papel da linguagem gráfica e de novas formas de representação, permitindo novas estratégias de abordagem de variados problemas;
- possibilita o desenvolvimento, nos alunos, de um crescente interesse pela realização de projetos e atividades de investigação e exploração como parte fundamental de sua aprendizagem;
- permite que os alunos construam uma visão mais completa da verdadeira natureza da atividade matemática e desenvolvam atitudes positivas diante de seu estudo (BRASIL, 1998, pp.43-4).

Um aspecto importante a ser evidenciado é alertado pelos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio – PCNEM – (BRASIL, 1999), que afirmam que a inserção de computadores na sociedade em geral “exigirá do ensino de matemática um redirecionamento sob uma perspectiva curricular que favoreça o desenvolvimento de habilidades e procedimentos com os quais o indivíduo possa se reconhecer e se orientar nesse mundo do conhecimento em constante movimento.” (p.252).

Tais orientações e sugestões levam-nos a pensar que a utilização de computadores no ensino de matemática pode desencadear uma nova relação professor-aluno, marcada por uma maior proximidade, interação e colaboração. Esse fato exige uma nova concepção e formação de professor, “que, longe de considerar-se um profissional pronto, ao final de sua formação acadêmica, tem de continuar em formação permanente ao longo de sua vida profissional.” (BRASIL, 1998, p.44).

Um recurso que tem sido muito explorado por algumas universidades públicas e particulares é a criação de Objetos de Aprendizagem (OA) que podem ser integrados ao currículo dos ensinos fundamental, médio e até mesmo superior. O projeto²⁵ intitulado Rede Internacional Virtual de Educação²⁶ (Rived) foi criado em 2004 e visa aprimorar o ensino de ciências e matemática, utilizando-se das potencialidades das tecnologias da informação e comunicação;

²⁵ Algumas universidades que participam deste projeto: UFRG, UFRJ, UFU, UNIFRA, UNESP, UNIJUí, entre outras. Para maiores informações, o leitor pode consultar <<http://www.rived.mec.gov.br>> e <http://www.rived.mec.gov.br/site_objeto_lis.php>.

²⁶ “Programa da Secretaria de Educação a Distância - SEED, que tem por objetivo a produção de conteúdos pedagógicos digitais, na forma de objetos de aprendizagem. Tais conteúdos primam por estimular o raciocínio e o pensamento crítico dos estudantes, associando o potencial da informática às novas abordagens pedagógicas. A meta que se pretende atingir disponibilizando esses conteúdos digitais é melhorar a aprendizagem das disciplinas da educação básica e a formação cidadã do aluno. Além de promover a produção e publicar na *web* os conteúdos digitais para acesso gratuito, o RIVED realiza capacitações sobre a metodologia para produzir e utilizar os objetos de aprendizagem nas instituições de ensino superior e na rede pública de ensino. [...]. Para atender aos propósitos do Projeto foi planejado um curso on-line, via [e-proinfo](#), para prover capacitação às equipes selecionadas por meio de editais públicos. Esse curso tem por objetivo capacitar as equipes para desenvolverem objetos de aprendizagem. A equipe do RIVED/SEED é responsável pelo planejamento, coordenação e tutoria dos alunos do curso”. (Disponível em: <http://www.rived.mec.gov.br/site_objeto_lis.php> - Acessado em: 30/06/2008).

desenvolvendo módulos apoiados em OA; procurando ampliar as ferramentas de ensino-aprendizagem disponíveis para professores e alunos (CASTRO-FILHO et al., 2007). O projeto Rived tem ainda como

propósitos intensificar e transferir o processo de desenvolvimento e produção de recursos educacionais digitais (na forma de objetos de aprendizagem) da SEED para as Instituições de Ensino Superior e inserir novas abordagens pedagógicas que utilizem a informática nas licenciaturas das nossas universidades por meio da promoção de um trabalho colaborativo e interdisciplinar dentro da academia. Espera-se com isso gerar uma cultura de produção e uso de objetos de aprendizagem nas universidades, envolvendo os futuros licenciados e bacharéis (<http://www.rived.mec.gov.br/site_objeto_lis.php>. Acessado em: 30/06/2008).

Sobre a produção e a utilização de Objetos de Aprendizagem, muitas pesquisas têm sido feitas²⁷, mas não têm abordado esses objetos na perspectiva da atividade de ensino nem as implicações didáticas que a produção de tais objetos pelos futuros professores de matemática pode trazer para a sua formação diante das novas tecnologias.

2.2 A tecnologia computacional na formação inicial do professor de matemática: um olhar para a literatura

A formação de professores, inicial ou continuada, tem sido abordada em inúmeras pesquisas nacionais e internacionais²⁸. Segundo Marcelo Garcia (1999), a formação de professores é um campo teórico-prático e uma área de conhecimentos e de investigação voltada ao desenvolvimento do ensino e do currículo escolar, visando à melhoria da qualidade educativa dos alunos. Esse autor entende que a formação de professores

é a área de conhecimentos, investigação e de propostas teóricas e práticas que, no âmbito da Didática e da Organização Escolar, estuda os processos através dos quais os professores - em formação ou em exercício - se implicam individualmente ou em equipe, em experiências de aprendizagem através das quais adquirem ou melhoram os seus conhecimentos, competências e disposições, e que lhes permite intervir profissionalmente no desenvolvimento do seu ensino, do currículo e da escola, com o objetivo de melhorar a qualidade da educação que os alunos recebem (p.26).

²⁷ Ramos et al. (2005); Castro-Filho et al. (2007); Rodrigues, Souza Júnior e Lopes (2007); Pereira et al. (2007).

²⁸ Beatriz D'Ambrósio (1993); Cooney (1994); Hargreaves (1998); Marcelo Garcia (1998, 1999); Ponte (1998); Fiorentini et al. (2002); Mizukami et al (2002); Ponte, Oliveira e Varandas (2003); Guimarães (2004); Sousa (2004); Fiorentini (2004); Freitas (2006); Gama (2007); Prado (2008); Garcia Blanco (2003), entre outros.

Nesta pesquisa, nosso foco de interesse centra-se na formação inicial do professor de matemática e na utilização da tecnologia computacional nessa formação,

visto que esta tecnologia está presente direta ou indiretamente no contexto social do cidadão do século XXI, e deve ser vista não mais como uma tendência na educação, mas sim como uma realidade que cria um ambiente cultural educativo capaz de promover um meio de diversificar o conhecimento em todas as dimensões do ensino, inclusive do saber matemático (CARDIM, 2008, p.32).

Nesse contexto, encontramos pesquisadores²⁹, nacionais e internacionais, que direcionam seus olhares para esta questão. Alguns a discutem na formação inicial, com a particularidade de pensá-la sob a perspectiva da atividade do professor. Para Lanner de Moura, Miskulin e Melo (2000), a formação inicial docente constitui

uma das instâncias onde a utilização do computador como ferramenta pode contribuir para a construção de uma nova cultura profissional. Uma construção que integre a ferramenta à atividade humana do professor, bem como os saberes tecnológicos oriundos de uma ação construtiva do professor sobre a máquina (p.151).

A utilização das novas tecnologias na formação docente inicial ou continuada, em geral, é um tema de muita discussão nos dias atuais, porém poucas pesquisas têm discutido as implicações didáticas que a produção de materiais digitais pelos próprios graduandos pode trazer para a formação inicial dos professores de matemática, sob o aspecto da Teoria da Atividade.

Silva e Fernandes (2007) fundamentam-se em Bonilla (2002) e acreditam que trazer esta discussão para cursos de formação de professores é de fundamental importância por dois motivos: o primeiro concretiza-se pela “necessidade de a universidade estar em sintonia com os alunos dos cursos de licenciatura, na maioria dos casos, jovens que já se encontram imersos nesse campo tecnológico” (p.63); o segundo, pelo fato de que “num curto espaço de tempo, esses mesmos alunos serão professores de outros jovens/alunos cada vez mais imersos no mundo tecnológico.” (p.63).

²⁹ Lanner de Moura, Miskulin e Melo (2000); Cláudio e Cunha (2001); Bonilla (2002); Ponte, Oliveira e Varandas (2003); Barcelos (2004); Barreto et al. (2006); Silva (2005, 2006); Silva e Fernandes (2007); Cardim (2008); Freitas (2008), entre outros.

Dentre as pesquisas analisadas, encontramos autores³⁰ que discutem a utilização da tecnologia computacional como auxiliar do processo de aprendizagem matemática e pontuam a necessidade de inserir nos cursos de formação de professores experiências utilizando as tecnologias da informação e comunicação, incluindo o trabalho com o ensino a distância. No entanto, pesquisas que discutem implicações pedagógicas, epistemológicas ou didáticas para a formação de professores de matemática que produzem seu próprio material didático digital ainda são escassas (SILVA; FERNANDES, 2007).

Dentre as pesquisas internacionais, Ponte, Oliveira e Varandas (2003) citam três pesquisas³¹ que demonstram que as Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) desempenham um papel importante na formação de professores. Em um desses trabalhos, os autores Robinson e Milligan (1997) tinham como objetivo

estudar o modo de influenciar numa disciplina da formação inicial de professores as concepções dos formandos sobre a matemática, a tecnologia e as estratégias de instrução e avaliação. [...]. Os resultados desse estudo mostram que os formandos mudaram as suas concepções acerca do ambiente da aula, dos papéis do professor e dos alunos, e das estratégias de ensino (PONTE; OLIVEIRA; VARANDAS, 2003, p.165).

O estudo conduzido por Yildirim e Kiraz (1999) tinha como objetivo analisar como é usado o correio eletrônico pelos diversos envolvidos no processo de formação inicial. Nesse estudo os pesquisadores concluíram que

o correio eletrônico é visto pelos participantes como uma importante ferramenta de comunicação, embora com um nível de uso bastante variável. Indicam também que os participantes mostram um certo grau de ansiedade em relação aos computadores e que os estagiários são mais desembaraçados que os orientadores no que se refere ao uso das novas tecnologias (Ibid., p.165).

O terceiro estudo, conduzido por Rogan (1996) e tendo por referência diversos princípios da educação de adultos, indica que é mais provável que os licenciandos se envolvam em situações de aprendizagem participativas em que prevaleça o respeito mútuo entre formandos e

³⁰ Castro-Filho et al. (2007); Rodrigues, Souza Júnior e Lopes (2007); Ponte, Oliveira e Varandas (2003); Gravina (1996); Valente e Almeida (1997); Penteado (1997); Valente (1998); Penteado (1999); Lanner de Moura, Miskulin e Melo (2000); Cláudio e Cunha (2001); Miskulin (2003, 2006); Miskulin, Lanner de Moura e Silva (2003); Barreto et al. (2006); Bairral (2005, 2007).

³¹ ROBINSON, S.; MILLIGAN, K. Technology in the mathematics classroom. *Journal of Computing in Teacher Education*, 1997. YILDIRIM, S.; KIRAZ, E. Obstacles in integrating online communications tools into preservice teacher education. *Journal of Computing in Teacher Education*, 1999. ROGAN, J. M. Online mentoring: reflections and suggestions. *Journal of Computing in Teacher Education*, 1996.

formadores (PONTE; OLIVEIRA; VARANDAS, 2003). O autor do estudo lembra também que, além do papel da atividade colaborativa com liderança distribuída, na qual tanto aprendem alunos como professores, é necessário haver a mediação pedagógica do professor durante todo o processo de ensino para que ocorra uma aprendizagem significativa.

Essa concepção advém do fato de que a tecnologia pode ser utilizada de forma tanto “livresca”³², de ensino mnemônico, como auxiliadora de um processo de mudança educativa, no qual “esse papel será cada vez mais marcado pela preocupação em criar situações de aprendizagem estimulantes, desafiando os alunos a pensar, apoiando-os no seu trabalho e favorecendo a divergência e a diversificação dos percursos de aprendizagem” (PONTE; OLIVEIRA; VARANDAS, 2003, p.166).

Esses autores ainda destacam que

Parte importante do conhecimento profissional dos professores diz respeito ao uso das TICs como ferramentas cada vez mais presentes na atividade dos professores de matemática, constituindo: a) um meio educacional auxiliar para apoiar a aprendizagem dos alunos; b) um instrumento de produtividade pessoal, para preparar material para as aulas, para realizar tarefas administrativas e para procurar informações e materiais; c) um meio interativo para interagir e colaborar com outros professores e parceiros educacionais (PONTE; OLIVEIRA; VARANDAS, 2003, p.163).

Na presente pesquisa, a tecnologia computacional é utilizada como um elemento da atividade de ensino do professor, que tem por base a necessidade de introduzi-la em sua atividade de planejamento como um artefato mediador do objetivo a ser alcançado pela atividade de aprendizagem do aluno. O futuro professor, ao produzir as atividades computacionais para seus futuros alunos, no espaço da disciplina Informática e Ensino, no interior da qual é realizada esta pesquisa, pode tornar sua a necessidade didática do computador como potencializador da aprendizagem matemática do aluno.

A utilização da tecnologia computacional na formação do professor de matemática tem sido discutida no Brasil por vários pesquisadores³³. Uma investigação envolvendo a utilização das Tecnologias de Informação e Comunicação no âmbito da graduação e formação de professores de matemática foi realizada por Barreto et al. (2006) que, ao analisarem o estado de

³² No sentido de livro didático.

³³ Dentre eles: Gravina (1996), Valente e Almeida (1997), Penteadó (1997), Valente (1998), Cláudio e Cunha (2001), Zulatto (2002, 2007), Miskulin (2003, 2006), Barreto et al. (2006), Bairral (2005, 2007), Freitas (2008), Cardim e Grando (2008). Não é nossa intenção, neste trabalho, apresentar um estado da arte sobre as pesquisas que têm tratado deste tema.

conhecimento em educação e tecnologia no período entre 1996 e 2002, depararam-se com a “ausência de recursos alocados na formação inicial presencial, impedindo que os professores formados tenham uma história de apropriação das TIC e, em alguns casos, sequer de acesso a elas.” (p.39).

Procurando evitar que os professores formados deixem de apropriar-se das TIC ou que tenham maiores dificuldades nesta apropriação, Cláudio e Cunha (2001) defendem que um “novo profissional do ensino precisa, urgentemente, ser preparado e isso exige uma mudança imediata nos atuais currículos.” (p.170).

Para Lévy (1999), o perfil desse novo educador e sua principal função

não pode mais ser uma difusão dos conhecimentos, que agora é feita de forma mais eficaz por outros meios. Sua competência deve deslocar-se no sentido de incentivar a aprendizagem e o pensamento. O professor torna-se um animador da inteligência coletiva dos grupos que estão a seu encargo. Sua atividade será centrada no acompanhamento e na gestão das aprendizagens: o incitamento à troca de saberes, a mediação relacional e simbólica, a pilotagem personalizada dos percursos de aprendizagem etc. (p.171).

Entendemos que, para atingir a visão proposta por Lévy (1999), não basta haver um simples treinamento ou aprender a utilizar tecnologias nos cursos de formação inicial docente. É necessário que os futuros professores tenham espaços para refletir sobre a prática que desejam adotar no futuro, revejam suas posturas e busquem identificação destas com suas possíveis convicções teóricas, a fim de repensar a educação e o ensino da matemática.

Nesta pesquisa, este espaço é propiciado por meio da disciplina Informática e Ensino, mediante análise e planejamento de atividades computacionais organizadas pelos protagonistas, que podem tornar sua a necessidade didática de propor, para o futuro aluno, atividades de aprendizagem, de modo que tenham um motivo que mobilize suas ações para aprender.

Em consonância com essa abordagem, Souza (2001) alega que a formação

dos professores para o uso das novas tecnologias de informação e comunicação implica um redimensionamento do papel que o professor deverá desempenhar na formação dos seus alunos. É, de fato, um desafio, porque significa introduzir mudanças no ensino-aprendizagem e, ainda, nos modos de estruturação e funcionamento das escolas e universidades e de suas relações com o meio educativo (p.81).

Sobre as implicações do uso das TIC para o professor da escola básica, Penteadó (1999), a partir da análise da sala de aula informatizada, discutiu e constatou que na formação inicial do

professor é preciso que haja “a possibilidade de interagir com o computador de forma diversificada” (p.311). A autora entende ser importante que nas escolas “o professor seja motivado a organizar e desenvolver atividades com o computador” (p.311), o que não ocorrerá apenas com cursos esporádicos de formação continuada.

A pesquisa de Zulatto (2002) investigou o perfil dos professores que utilizam *softwares* de Geometria Dinâmica em suas aulas e o que pensam sobre eles. A autora considerou aspectos como formação, inicial ou continuada; estímulos oferecidos para que os professores utilizem esse recurso tecnológico; dificuldades encontradas durante sua utilização; possível suporte que recebem para enfrentá-las; e autonomia no processo de preparação das tarefas a serem propostas. A autora ainda disserta que

o uso do computador como ferramenta de aprendizagem requer uma mudança de postura do professor, mudança esta que nem sempre é do interesse do professor, e, mesmo quando o professor demonstra optar pela mudança, esta não ocorre de imediato, mas num processo gradativo, composto de ações, reflexões e depurações (ZULATTO, 2002, p.13).

Juntamente com Zulatto (2002), entendemos que é preciso o professor querer mudar. Porém, tal mudança não ocorre sob a forma de imposição. É preciso que na formação inicial docente seja propiciada a inserção desses futuros professores em ambientes computacionais, para que tenham seu olhar desperto para esses instrumentos metodológicos.

Sobre esse aspecto, Barcelos (2004) analisou *se e como* as Licenciaturas em Matemática presenciais — estaduais e federais — da Região Sudeste estão propiciando oportunidades de inclusão digital aos licenciandos, assegurando a eles o desenvolvimento de competências e habilidades como futuros professores, quanto ao uso das TIC no processo de ensino e aprendizagem de forma inovadora. A autora constatou que a quantidade de disciplinas obrigatórias que contemplam o uso pedagógico das TIC ainda é pequena. “Aproximadamente 50% das 25 IES dão grande ênfase à aprendizagem de computação e/ou informática” (p.160), tendo a aprendizagem das TIC como fim em si mesma.

A pesquisa de Bovo (2004) considera relevante investir na formação de professores para que haja uma consolidação do uso da informática na escola, e tal importância é reconhecida pelos idealizadores de programas governamentais. Estes consideram a formação do professor uma de suas principais ações e condição para o sucesso de tais programas. No entanto, esta mesma autora

afirma que “os computadores têm sido pouco utilizados pelos professores, os quais se sentem despreparados para usufruir os recursos computacionais na sala de aula.” (p.4).

Nesta pesquisa, entendemos que a formação docente, inicial ou continuada, atenta às tendências educacionais atuais, preocupada com estudantes que realizam diversas atividades ao mesmo tempo – ouvem músicas, comem doces e pipocas, jogam *videogames*, baixam músicas via *internet*, participam de bate-papos, falam ao telefone, navegam por *sites* –, deva preocupar-se em propiciar subsídios para formar autores, e não meros consumidores/usuários de tecnologias (SILVA, 2005).

Procurando propiciar um espaço de reflexão sobre a utilização de interações a distância na formação docente, Bairral (2005) desenvolveu uma pesquisa na qual analisou “de que forma as interações à distância – mediadas pelas ferramentas da Internet – contribuem para o desenvolvimento profissional crítico do professor de matemática” (p.49) com enfoque no ensino de geometria. Essa pesquisa aponta a possibilidade de aprendizagem profissional quando professores compartilham suas experiências profissionais e refletem criticamente sobre elas.

Freitas (2008) analisa as possibilidades e as contribuições da inserção de ambientes de aprendizagem colaborativo e de comunicação virtual em cursos de formação inicial de professores em disciplina presencial no curso de Matemática, utilizando a plataforma *eproinfo*³⁴. A autora escreve que as informações e os dados analisados evidenciam a necessidade de repensar a formação docente, e um destes caminhos é a possibilidade de utilização de uma plataforma de ambiente de comunicação virtual como um recurso para potencializar as ações que fomentam a reflexão em um curso de formação de professores em matemática.

Cardim (2008) realizou um estudo sobre o uso de ambientes computacionais de geometria dinâmica na formação inicial do professor de matemática como um espaço para a produção do saber matemático, em particular, saberes sobre geometria. A pesquisa evidenciou que os sujeitos deram indícios de reflexões sobre a incorporação de *softwares* de geometria dinâmica à prática docente e sobre suas possibilidades na construção do saber, incorporando-os em sua prática no momento de estágio.

Miskulin (2003, 2006) explora e discute as possibilidades didático-pedagógicas de ambientes computacionais (presencial e virtual) na formação de professores de matemática numa

³⁴ Ministério da Educação e Cultura (MEC). Site: <<http://www.eproinfo.mec.gov.br>>.

perspectiva colaborativa. Nesses estudos³⁵ a autora também tece considerações teórico-metodológicas a respeito da introdução, da disseminação e da utilização da tecnologia em contextos educacionais. A autora afirma que caberia

aos professores-pesquisadores proporcionar contextos favoráveis para que a energia criativa do educando aflorasse e, conseqüentemente, se processasse por meio de novas formas de conhecimento e de compreensão, que possibilitassem ao indivíduo em formação a construção de um conhecimento condizente com a modernidade, na qual a tecnologia desempenha uma função extremamente importante (MISKULIN, 2003, p.227).

Afirma também que é

imprescindível repensar e redimensionar a própria concepção de professor e também a constituição dos cursos de formação de professores, os quais devem propiciar aos licenciandos conhecimentos e ações condizentes com as novas tendências educacionais que se estabelecem com os avanços da ciência e da tecnologia (MISKULIN, 2006, p.158).

Miskulin (2003, 2006) discute que não há como negar a presença de computadores em nossa sociedade e também na educação. Fundamentando-nos nas idéias dessa autora, consideramos importante que sejam oferecidas, em cursos de formação inicial docente, situações nas quais os graduandos possam explorar ambientes computacionais, vivenciar atividades em tais ambientes e até mesmo produzir atividades computacionais para seus futuros alunos.

Essa ação formativa poderia propiciar ao futuro professor condições de atuar no ensino — de matemática, no nosso caso — de forma condizente com as novas tendências educacionais e computacionais, pois as

novas tecnologias vão, aos poucos, incorporando-se ao dia-a-dia da sala de aula e por isso devem ser tratadas, testadas e estudadas nos cursos de Licenciatura em Matemática. Tal prática faz com que professores e alunos se sintam preparados e motivados para seu uso, o que permitirá aos futuros licenciados uma melhor preparação para suas atividades no ensino fundamental e médio (CLÁUDIO; CUNHA, 2001, pp.169-170).

Inferimos que a utilização e a exploração de ambientes computacionais e a produção de materiais ou atividades nesses ambientes se fazem importantes na formação inicial do professor,

³⁵ Esses estudos resultaram de um projeto realizado no Laboratório de Pesquisa em Educação Matemática Mediada por Computador, alojado no Círculo de Estudo, Memória e Pesquisa em Educação Matemática na Faculdade de Educação da Unicamp, no período de agosto de 1999 a dezembro de 2003.

para que este não seja apenas um consumidor de tais instrumentos, mas criador/produzidor de situações que utilizem a tecnologia computacional no ensino; e esta, uma ferramenta que integre a atividade humana do professor (LANNER DE MOURA; MISKULIN; MELO, 2000).

Lessard e Tardif (2008) julgam que os docentes devem aprender a utilizar as TIC para fins pedagógicos, pois elas “podem transformar o papel docente, deslocando o seu centro, da transmissão dos conhecimentos para a assimilação e a incorporação destes pelos alunos, cada vez mais competentes para realizar de maneira autônoma tarefas e aprendizagens complexas” (p.268).

Nesta pesquisa, fundamentando-nos nas idéias de Lanner de Moura, Miskulin e Melo (2000) e Lessard e Tardif (2008), procuramos propiciar aos protagonistas situações de produção, pesquisa e interação social, em que pudessem relacionar conhecimentos matemáticos a formas de representá-los em ambientes computacionais. Nessas situações, o planejamento de cada ação a ser operacionalizada faz-se necessário, constituindo-se elemento didático de formação do futuro professor de matemática.

Dentro da perspectiva de utilização de diversas mídias no contexto de ensino e por meio das pesquisas analisadas, entendemos que analisar, sob o enfoque histórico-cultural, as implicações didáticas que o processo de produção de atividades computacionais de ensino pode trazer para a formação inicial do professor de matemática é o que diferencia esta pesquisa das citadas anteriormente. Esta investigação propõe, ainda, para os futuros professores de matemática, desafios como o de produzir atividades em ambientes computacionais e representar seus conhecimentos matemáticos, escolarizados, (re)significados, de forma interativa.

Os aspectos da interatividade, do planejamento, da vivência e da exploração das atividades de ensino, da reflexão teórica e da produção de atividades computacionais de ensino pelos futuros professores são aqui considerados como base didático-pedagógica para o desenvolvimento conceitual da criança. Tais aspectos podem também constituir elementos didáticos de formação do futuro professor de matemática, quando mobilizados, na disciplina Informática e Ensino, com esse objetivo.

2.3 Uma perspectiva sobre a formação inicial em ambientes computacionais: a visão de licenciandos de matemática

Nesta discussão, além de discussões, reflexões, análises já consagradas pela comunidade científica sobre a formação dos professores em ambientes computacionais, também foram referenciais para nossa reflexão e discussão as vozes e as reflexões dos protagonistas da pesquisa sobre suas concepções a respeito da relevância da tecnologia computacional em cursos de Formação de Professores³⁶, conforme fizemos e justificamos no item 1.2 do capítulo I. Essas vozes e reflexões afinam-se com as discussões de pesquisas já realizadas ou podem sugerir novas questões para investigações. Além disso, inserir essas vozes no panorama do debate científico sobre o uso do ambiente computacional na formação inicial docente tem a intenção de legitimar as informações da pesquisa como fonte de debate sobre o tema.

Entre as vozes dos graduandos foi consenso assumirem o computador como um instrumento valioso para o contexto educacional e, em especial, para o ensino de matemática, como podemos inferir das reflexões que seguem:

Já há algum tempo as escolas estão passando por um processo de informatização. Infelizmente a massa de educadores, pela sua formação, não possuem capacitação para trabalhar com o computador. Não os culpo, pois são profissionais que trabalham dia e noite para receber seu "alto" salário. Desta forma, a informática em cursos de formação de professores é relevante para utilizarem o computador para ensino-aprendizagem, sem esquecer que o uso de informática deve mudar a concepção de ensino (Fábio, 7LM, questionário, 31/05/06).

Antes de ingressar na universidade e até mesmo no início não tinha muita afinidade, pois não conseguia ver a sua importância para o nosso cotidiano, achava que poderia ser usado apenas para editar textos. Havia uma imaturidade da minha parte, mas com o tempo fui mudando minha concepção. Hoje, consigo ver sua importância e com esse amadurecimento que estou adquirindo tenho a expectativa de que se o computador for bem utilizado poderá incentivar e ajudar o aluno a melhorar sua opinião sobre a matemática. A utilização de softwares pode ajudar a desenvolver a capacidade de raciocinar dos alunos que poderão ver a matemática mais próxima de sua realidade e com isso deixarão aos poucos a "decoreba" (Luíza, 7LM, questionário, 31/05/06).

³⁶ Estas concepções foram obtidas por meio de um questionário proposto no primeiro dia de aula da disciplina Informática e Ensino e encontra-se no Anexo B, na página 214 desta obra.

Quando Fábio diz que o uso da informática deve mudar a concepção de ensino, reforça o objetivo desta pesquisa em discutir a utilização da tecnologia na formação inicial do professor de matemática e a necessidade de oferecer a estas condições para poder conhecer, analisar e utilizar *softwares* educacionais de modo consciente e crítico.

Parece ser fundamental que o professor aprenda a escolher tais *softwares* em função dos objetivos que pretende atingir e de sua própria concepção de conhecimento e de aprendizagem; que distinga aqueles que se prestam mais a um trabalho dirigido para testar conhecimentos de outros que procuram levar o aluno a interagir com o programa de forma a construir conhecimento (PCN, 1998).

Papert (1985) deixa clara a necessidade de ultrapassar a discussão sobre o que é matemática e adentrar em uma nova perspectiva do processo de ensino e aprendizagem. Esse autor enfatiza que, em programas de computador, os alunos envolvem-se e dedicam-se mais em descobrir como resolver problemas do que ao simplesmente resolver um problema de forma convencional. Perguntam ao professor ou aos colegas, procuram em livros, criam procedimentos, estabelecem analogias com situações já vivenciadas e recorrem à tentativa e erro.

Em outra obra, Papert (1994) defende que a simples forma como os equipamentos estão expostos e estruturados dentro de salas de informática desfavorece a construção do conhecimento. Para o autor, o computador deveria fazer parte do cotidiano do aluno, dentro da própria sala de aula, e não estar num local separado a ser usado eventualmente, em uma determinada atividade que, muitas vezes, não possibilita que o aluno o relacione ao conteúdo desenvolvido pelo professor na sala de aula.

Um futuro professor parece preocupar-se, da mesma forma que o pesquisador citado, com as possibilidades de uso do computador na escola afirmando que o

crecente uso da informática nos variados campos de trabalho, além da sua utilização como ferramenta educacional e de lazer, nos remete a repensar a estrutura curricular dos cursos de formação de professores, visto que estes se sentem despreparados para utilizar o computador como uma ferramenta de auxílio, tanto no preparo como também no desenvolvimento de suas aulas (Eduardo, 7LM, questionário, 31/05/06, grifo nosso).

Do depoimento do licenciando depreendemos que disciplinas como Cálculo, Álgebra Linear, Geometria Analítica, Estatística e outras constantes na estrutura curricular dos cursos de formação de professores de matemática poderiam utilizar os ambientes computacionais como

ferramentas didáticas no Ensino Superior. O futuro professor necessita vivenciar em sua formação o que se pretende que ele faça quando professor (D'AMBRÓSIO, B. 1993).

Mudanças de olhar para a questão da utilização da tecnologia computacional na educação matemática, especialmente em relação aos papéis do professor, do aluno e de ambientes computacionais, no processo de compreensão e (re)significação de conceitos matemáticos, parecem ter ocorrido durante a disciplina Informática e Ensino, como podemos depreender das falas que seguem:

Neste momento vejo que conseguiria ministrar uma aula com mais facilidade e interatividade para os alunos. Achava que a informática não tinha este potencial de dinamizar as aulas (Maurício, 2CM, depoimento audiogravado, 26/09/06).

Desconhecia bastante essa idéia de trabalhar com informática relacionando com matemática. Não acreditava que seria possível pelo fato de nunca ter trabalhado antes com um software quanto mais com uma atividade de ensino. Digamos que quando entrei na universidade não tinha conhecimento do que era um software e quando pude conhecer, na disciplina Informática e Ensino, me apaixonei completamente (Carla, 2CM, depoimento audiogravado, 26/09/06).

Esses depoimentos encontram eco em nossa vivência como professora dos ensinos fundamental, médio e superior e julgamos, da mesma forma que Papert (1985), que no processo de ensino e no contexto tecnológico o professor poderia

atuar como antropólogo. E, como tal, sua tarefa é trabalhar para entender que materiais dentre os disponíveis são relevantes para o desenvolvimento intelectual. Assim, ele deve identificar que tendências estão ocorrendo no meio em que vivemos. Uma intervenção significativa só acontece quando se trabalha de acordo com essas tendências. Em meu papel de educador-antropólogo eu vejo novas necessidades sendo geradas pela penetração dos computadores na vida das pessoas (PAPERT, 1985, p.50).

Para que o educador do século XXI possa adentrar em uma nova perspectiva do processo de ensino e aprendizagem (PAPERT, 1985), faz-se importante que os cursos de formação inicial docente contemplem as tendências educacionais atuais, para podermos almejar mudanças no ensino de matemática.

Miskulin, Escher e Silva (2007) recomendam:

a prática docente do professor de Matemática necessita ser repensada e re-significada no contexto das TICs, levando-se em conta as dimensões didático-pedagógica e epistemológica da prática docente, quando o professor utiliza novas formas de ensinar. Essas novas formas perpassam pelos limites e potencialidades das Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs), sua utilização em sala de aula e seus reflexos na prática docente (p.2).

A presença de disciplinas que possibilitem exploração e discussão analítica e crítica das contribuições da utilização de ambientes computacionais no âmbito do curso de Matemática configura-se como uma excelente oportunidade de oferecer subsídios para inserir propostas que façam uso das potencialidades pedagógicas emergentes nesse novo processo de aprender e ensinar.

As falas dos estudantes da pesquisa, citadas anteriormente, são manifestações da importância de haver, na formação inicial docente, a exploração e a reflexão sobre a utilização de ambientes computacionais, pois a vivência pela qual passaram, como sujeitos desta pesquisa e alunos da disciplina Informática e Ensino, convenceu-os dessa importância. Seria interessante, também, que nos cursos de formação inicial os licenciandos tivessem espaços para aprender a lidar com essa diversidade característica dos ambientes virtuais que a sociedade do conhecimento nos apresenta, pois muitos poderão não ter outra oportunidade de aperfeiçoamento nessa área. Além disso, é importante que o professor formador compreenda que educar “em uma sociedade da informação é muito mais do que “treinar” pessoas para o uso das novas tecnologias, trata-se de formar os indivíduos para “aprender a aprender”, ou seja, de prepará-los para a contínua e acelerada transformação do conhecimento científico e tecnológico” (MISKULIN, 2006, p.154).

A utilização de recursos computacionais como mediadores da aprendizagem do aluno na atividade de ensino pode permitir ao professor uma maneira diferenciada de ministrar suas aulas, abandonando a repetição e a reprodução das aulas tradicionais. As aulas podem tornar-se dinâmicas, marcadas pela preocupação do professor “em criar situações de aprendizagem estimulantes, desafiando os alunos a pensar e apoiando-os no seu trabalho e favorecendo a divergência e a diversificação dos percursos de aprendizagem” (PONTE; OLIVEIRA; VARANDAS, 2003, p.3) e, possivelmente, iniciando os alunos na pesquisa científica. Isso pode se tornar viável, uma vez que em ambientes computacionais os alunos podem fazer simulações e experimentos, observando e analisando resultados.

Na forma que se apresentam hoje, os ambientes informatizados, por si só, não garantem a aquisição de conhecimentos. Para que haja avanço no conhecimento matemático, consideramos

importante que o professor tenha um planejamento das atividades de aprendizagem a serem desenvolvidas e um objetivo a ser atingido por meio delas.

Nesta pesquisa, o processo de planejamento foi considerado e formulado pelo formador (professora-pesquisadora, no nosso caso) como uma atividade de formação do futuro professor, dadas as evidências que a análise das informações pode levantar a respeito das implicações didáticas do planejamento feito pela investigação. Não basta colocar à disposição do aluno um *software* em que ele possa fazer vários cálculos automaticamente: é preciso propor-lhe uma atividade em que possa utilizar a tecnologia computacional como um artefato auxiliar para a construção e a representação de seu conhecimento. Cabe ao professor atuar sistematicamente, mediando o processo de aprendizagem, encontrar um caminho para utilizar ambientes computacionais e torná-los “partes do processo educativo, criando novos contextos formativos, nos quais os alunos possam transformar informações, conteúdos e experiências compartilhadas em conhecimento” (MISKULIN; ESCHER; SILVA, 2007).

A esse respeito, a aluna Paula manifesta sua concepção:

Os computadores nas escolas, muitas vezes, são deixados de lado pela falta de habilidade dos professores para manuseá-los. Vejo que o aprendizado através das máquinas só é satisfatório se forem propostos objetivos a serem atingidos por atividades bem elaboradas pelo professor, que deve ser o mediador, verificando se os alunos apresentam uma postura ativa com relação às atividades (Paula, 7LM, depoimento audiogravado, 26/07/06, grifos nossos).

Miskulin (2003) defende que a mediação do professor

desempenha um papel determinante, na medida em que ele cria situações desafiantes, recortando-as em vários problemas intermediários que possibilitam aos alunos deslocarem-se muitas vezes do problema principal, olhando-o e percebendo-o, de outra perspectiva, possibilitando-lhes a busca de novos caminhos, a constante reavaliação de suas estratégias e de seus objetivos, enfim, o seu envolvimento cada vez maior no processo de construção do conhecimento (p.246).

No processo de construção do conhecimento, o homem, um ser social e histórico, procura satisfazer suas necessidades, estabelecendo relações com seus semelhantes, produzindo conhecimentos, o que requer que seu pensamento seja mediado, de modo que sujeito e objeto de

conhecimento se relacionem de forma recíproca e se constituam pelo processo histórico-social (REGO, 1995).

O papel do professor de mediador de todo o processo de aprendizagem é de fundamental importância para que as idéias matemáticas se tornem significativas para os alunos, e estes possam atribuir sentidos às informações oferecidas pela máquina e, mediante interações com colegas, encontrar conexões com outros conhecimentos, responder a questões que possam surgir e, ainda, construir novos conhecimentos.

Os ambientes computacionais podem propiciar interações muitas vezes prazerosas e divertidas para aquele que deles participa. A ação educativa pode ser vista como um processo de construção, no qual os licenciandos são construtores ativos de sua própria formação, buscando a (re)criação e a (re)significação de conceitos matemáticos.

A inserção da tecnologia nos processos educativos possibilita, além da interação prazerosa entre alunos, o desafio, a criatividade e o refinamento da interpretação crítica de pensamentos divergentes. Nesse sentido, D'Ambrosio (1997), escreve:

o jovem inserido em um ambiente, cada vez mais permeado com as novas tecnologias, encontra pela frente, nos diversos setores da sociedade, desafios e situações que exigem pensamento divergente e criativo. O jovem sabe que aprende muito mais fora da escola. Sabe que há uma nova prática para a aquisição de conhecimento. A escola está descompassada. Se pretendermos uma educação abrangente, envolvida com o estado do mundo, abrindo perspectivas para um futuro melhor, temos que repensar nossa prática, nossos currículos. Os objetivos da educação são muito mais amplos que aqueles tradicionalmente apresentados no esquema disciplinar. Devem, necessariamente, situar a educação no contexto da globalização evidente do planeta (p.89).

Entendemos não ser suficiente um contato com ambientes computacionais apenas no nível teórico, em cursos de formação inicial docente. Faz-se necessário propiciar, aos futuros professores de matemática, viver a experiência, a reflexão teórica, o planejamento, a ação e a tomada de decisão em um trabalho de produção de atividades de ensino em ambientes computacionais, nos quais sejam estimulados, desafiados e possam ser agentes de sua aprendizagem, ativando seu senso crítico diante do uso da tecnologia.

Nesta pesquisa, a relação entre ensino e formação inicial de professores situa-se na combinação da intencionalidade do formador (no nosso caso, professora-pesquisadora) e na mobilização do futuro professor de matemática, ao produzir a atividade de ensino em um ambiente computacional.

2.4 A tecnologia computacional como potencializadora do pensamento humano na atividade de formação inicial do professor de matemática

Nossa mente é a melhor tecnologia, infinitamente superior em complexidade ao melhor computador, porque pensa, relaciona, sente, intui e pode surpreender.

José Manuel Moran

Ao considerar nesta pesquisa o elemento didático-pedagógico da interatividade com o computador, refazem-se as bases didáticas para a formação do professor, se os atores estiverem mobilizados com esse objetivo. Sobre interatividade, Miskulin (2003), fundamentando-se em Ackermann, considera-a

importante e necessária no processo de construção do conhecimento, não porque proporciona a manipulação direta dos objetos reais, mas, acima de tudo, porque possibilita a construção de modelos ou simulações, em que um conceito, uma idéia (pensamento e ação) podem ser criados e disseminados em cenários virtuais de aprendizagem colaborativa (p.229).

Em outro trabalho Miskulin (2006) assegura que o

desenvolvimento tecnológico proporciona uma nova dimensão ao processo educacional, a qual transcende os paradigmas ultrapassados do ensino tradicional, pontuado pela instrução programada, transmissão de informações e 'treinamento' do pensamento algorítmico e mecânico. Essa nova dimensão prioriza um novo conhecimento que considera o desenvolvimento do pensamento criativo como uma dimensão fundamental da cognição humana (p.154).

As leituras realizadas ao longo de nossa pesquisa de Mestrado (MARCO, 2004) e a revisão da literatura acerca da utilização da tecnologia computacional no processo educacional, em especial no ensino de matemática, levam-nos a acreditar na importância, para a formação do licenciando, de considerar o computador como um instrumento de mediação e interatividade; como desafiador da curiosidade do aluno e auxiliar da construção de seu conhecimento. Assim, por que não utilizar atividades produzidas em ambientes computacionais como recursos pedagógicos por meio dos quais os alunos escolares possam criar e recriar conceitos matemáticos? Para que isso ocorra, é importante que o professor esteja preparado para mediar essa realidade na qual o computador se faz presente, desafia e motiva o aluno.

Para entendermos o conceito de mediação, Oliveira (1997) auxilia-nos, pontuando que este se refere ao “processo de intervenção de um elemento intermediário numa relação; a relação deixa de ser então, **direta** e passa a ser **mediada** por esse elemento” (p.26, autoria dos grifos).

Borges (2000), ao abordar o processo de mediação, recorrendo a Vigotski, escreve que este é “um processo que ocorre pelos signos e pelos instrumentos culturais produzidos historicamente pela sociedade humana em suas relações de trabalho, sendo estes os principais elementos responsáveis pela mediação” (p.29).

No ambiente de sala de aula essa mediação precisa ser realizada de modo consciente, com objetivos claros e bem determinados, pois não basta o simples manuseio de instrumentos, para que o ser humano aprenda, compreenda conceitos matemáticos significativamente. É importante que o indivíduo entenda as origens e o desenvolvimento do conceito para que efetivamente ocorra a compreensão deste.

Entendemos que, no ambiente educacional, o conceito de mediação é um processo estabelecido entre professor, aluno e objeto de conhecimento. Não é um ato em que alguma coisa se interpõe, não está entre dois termos que estabelecem a relação, mas sim, a própria relação.

Segundo Borges (2000), existem elementos que medeiam o processo de interação do indivíduo com elementos — de ordem interna ou externa ao indivíduo — à sua volta. Os elementos

de ordem interna incluem as estruturas cognitivas e a carga afetivo-emocional que envolve o contato com determinado conteúdo. Os elementos externos abrangem o que Vygotsky chama de mediadores culturais, que são os instrumentos criados pela espécie humana e que permeiam significativamente a relação do indivíduo com as coisas do mundo concreto (BORGES, 2000, p.58).

A relação indivíduo-mundo concreto, nos dias atuais, pode ser potencializada pela utilização das TIC, e a importância do uso do computador em sala de aula torna-se mais esclarecedora quando se analisam não só seus benefícios, mas também as contradições implícitas nesse uso.

Se fizermos uma visita a um passado recente, constataremos que, mediante a ampliação da produção industrial, a partir da Revolução Industrial, aumentou a solicitação de elaborações e técnicas do saber fazer, levando a uma crescente utilização do cérebro humano como máquina, reduzindo o pensamento ao seu aspecto mecânico, repetitivo e técnico (LIMA, 1998).

As máquinas, introduzidas pela Revolução Industrial, maravilharam nossos antepassados porque eram capazes de substituir a força física do homem. Primeiramente pela utilização do vapor, e, mais tarde, pela utilização da eletricidade, a energia da máquina foi posta a serviço dos músculos humanos, livrando-os do desgaste (SANTAELLA, 1996, p.197)

Essas máquinas substituíram o trabalho humano no aspecto físico e mecânico, acelerando os movimentos e intensificando a realização de tarefas (SANTAELLA, 1996). Essa situação foi transferida, durante muito tempo, para o ensino e, ainda nos dias atuais, temos alunos frutos desse processo, ou seja, alunos que executaram tarefas repetitivas em sua vida escolar:

Por meio das discussões e atividades realizadas nesta disciplina³⁷ percebi o quanto de coisas que eu só decorei e não aprendi durante toda minha vida escolar. Conceitos que eu achava que sabia, eu simplesmente decorei (Maria, 2CM, depoimento audiogravado, 29/08/06).

Sobre o aspecto mecânico do pensamento, Lima (1998) nos diz que este “só pode ser alcançado em sua plenitude se a mente conseguir se livrar do pensamento” (p.96). Esse autor considera que, sendo o homem, por sua natureza, um ser pensante, mesmo para não pensar, o homem pensa; mesmo sendo levado a um tipo de pensamento reprodutivo no período da Revolução Industrial, o homem nunca conseguiu deixar de pensar.

Para Kopnin (1978), o pensamento é visto como uma faculdade puramente humana, um modo de conhecimento da realidade pelo homem e um meio de criar idéias, resultante da interação entre homem (ser social) e objeto. O pensamento para esse autor “é o reflexo da realidade sob a forma de abstrações” (p.121).

Analisando a concepção de pensamento de Kopnin (1978), podemos dizer que o pensamento humano é subjetivo, é uma imagem subjetiva de mundo, pois envolve as experiências pessoais do sujeito mediante a realidade vivida. A subjetividade do pensamento consiste

no fato de o pensamento sempre pertencer ao homem enquanto sujeito; [...] o seu resultado não é a criação do próprio objeto como tal, com todas as suas propriedades, mas apenas da imagem ideal do objeto. No pensamento sempre operamos com a imagem ideal do objeto e não com o próprio objeto. [...] o pensamento é subjetivo no sentido de que, nele, o objeto é representado com grau variado de plenitude, adequação e profundidade de penetração em sua essência (KOPNIN, 1978, pp.126-7).

³⁷ A aluna refere-se à disciplina Informática e Ensino.

O autor também afirma que o pensamento é, ao mesmo tempo, objetivo, pois “tem objetivo definido, reflete de modo ativamente criador os objetos e processos da realidade objetiva” (p.125) e “se desenvolve pela criação de uma imagem ideal que reflete o objeto com plenitude e precisão.” (p.127). Em suma, Kopnin (1978) afirma que “o pensamento não pode ser outra coisa senão uma imagem subjetiva do mundo objetivo.” (p.127).

Em relação às “máquinas pensantes” - assim identificados os computadores por Kopnin (1978) - não é inerente a estas nem mesmo o pensamento em sua forma mais rudimentar, pois não criam imagens da realidade por meio de abstrações. A máquina não pode refletir sobre o que produz, sobre a forma de produzir pensamento. Ela pode potencializar o pensamento humano, executando as tarefas repetitivas e auxiliando o homem nos processos de pensar, interpretar, refletir e transformar a realidade. Cabe ao homem interpretar os sinais emitidos pela máquina e relacioná-los a significados exteriores a ela, utilizando-se de abstrações que só ele é capaz de realizar.

Podemos complementar esta idéia com as palavras de Leontiev (1978), quando escreve:

Pela sua atividade, os homens não fazem, senão, adaptar-se à natureza. Eles modificam-na em função do desenvolvimento das suas necessidades. Criam os objetos que devem satisfazer as suas necessidades e igualmente os meios de produção desses objetos, dos instrumentos às máquinas mais complexas (p.265).

O homem transforma o ambiente e utiliza conhecimentos anteriormente adquiridos em sua relação com o meio, num processo histórico-cultural (OLIVEIRA, 1997), e em seu trabalho do dia-a-dia sentiu a necessidade de utilizar instrumentos extracorpóreos para o auxiliar. Criou o machado, como instrumento que corta melhor que a mão humana; o lápis e papel, como instrumentos que auxiliam nossa memória; e o computador, como instrumento, objeto social que favorece e faz a mediação entre homem-mundo. Esses instrumentos podem ser considerados ferramentas, artefatos que, segundo Santaella (1996), funcionam como extensões ou prolongamentos de habilidades e “são projetados como meio para realizar um trabalho ou tarefa” (p.195). No entanto, o computador, sendo uma máquina, possui certo nível de autonomia em seu funcionamento e algum tipo de força capaz de aumentar a rapidez na execução de uma tarefa qualquer (SANTAELLA, 1996).

Essa autora nos lembra que durante a Revolução Industrial tivemos as máquinas imitando gestos humanos grosseiros e repetitivos, ou seja, movimentos mecânicos que substituíram o

trabalho humano em seu aspecto físico e mecânico, potencializando e intensificando a realização desses movimentos. Já, na Revolução Eletrônica, assim considerada por Santaella (1996) a era do computador na segunda metade do século XX, “deu-se por inventado um meio para a imitação e simulação de processos mentais” (p.203).

Nesta pesquisa, entendemos que o computador não substitui a capacidade humana de produzir pensamento, mas opera como um instrumento que auxilia e agiliza esse pensamento, diferentemente das abordagens que preconizam “máquinas pensantes”, “máquinas criativas”, “máquinas sensitivas” à semelhança do homem. Julgamos ser importante ter presente essas diferenças entre o pensamento do homem e o “pensamento mecânico” da máquina na formação do educador, pois, se estas questões não forem discutidas, pode-se delegar à máquina o poder de educador. Nesta pesquisa, além da abordagem educacional da atividade de ensino e das características pedagógicas e computacionais dos ambientes utilizados, há a necessidade de o professor mediar e recortar a situação principal em diversas situações intermediárias e colocar o aluno em atividade.

A utilização de computadores pelo homem leva-o, muitas vezes, a atingir objetivos predeterminados, com mediações de outros indivíduos ou mesmo instruções oferecidas pelos próprios *softwares* utilizados. Esse processo todo acontece por meio da atividade do sujeito com o computador, pois, ao mesmo tempo que comanda a máquina, seus conhecimentos podem ampliar-se e cristalizar-se. A atividade não ocorre em ações isoladas do sujeito, mas na interação entre sujeitos ou entre sujeito e computador, para que se instaure a necessidade do novo conhecimento. Assim, a partir das significações elaboradas, pode-se obter um salto qualitativo no desenvolvimento do conhecimento individual ou do grupo, com a satisfação da necessidade. Sobre esse aspecto os licenciandos apresentam reflexões como:

A cada dia que se passa as máquinas estão ficando mais modernas e estão facilitando muito a vida do homem. Porém, não podemos esquecer o fato de que as máquinas, por mais evoluídas que sejam, jamais substituirão o homem intelectualmente, pois tudo que a máquina faz o homem a "ensinou", ou seja, a programou para que executasse determinada função. A habilidade de criar, abstrair e imaginar algo de novo somente os homens possuem. Portanto, as máquinas vão executar aquilo que o homem criou (Bernardo, 2CM, portfólio, 01/08/06).

O que a máquina faz naturalmente não é pensamento, pois o pensar só o homem pode, ou melhor, a humanidade. A máquina ajuda ao homem e lhe

substitui o trabalho mecânico no processo lógico de deduções. Quanto mais perfeito o pensamento do homem, mais complexa é a máquina. Ela é instrumento do homem e de seu pensamento. Ajuda-lhe a pensar, liberta-o de uma série de operações que ele mesmo produziu no processo de pensamento (Vivian, 8LM, depoimento audiogravado, 30/08/06).

Borba e Penteado (2003) consideram importante deixar clara a idéia de que a tecnologia computacional é uma extensão da memória do homem com diferenças qualitativas que permitem que a linearidade de raciocínios seja desafiada por modos de pensar, baseados na simulação e experimentação de hipóteses, utilizando diferentes modos de representar o conhecimento. Sobre essas formas de representação do conhecimento, Levy (1993) destaca que a história das mídias sempre esteve relacionada à história da humanidade e refere-se a três técnicas associadas à memória e ao conhecimento: oralidade, escrita e informática. A técnica da oralidade considera a palavra como função básica, como forma de gestão da memória social e não apenas da livre expressão e da comunicação cotidiana. A escrita permite a linearidade do pensamento (BORBA; PENTEADO, 2003), e a informática vem substituir a metáfora da linearidade do pensamento; segundo Borba e Penteado (2003), essa tarefa é efetivada pela dinamicidade oferecida pelos *links* existentes em uma *homepage* ou na barra de ferramentas de *softwares*.

Cláudio e Cunha (2001) escrevem que

A utilização de uma ferramenta computacional permite ao aluno desligar-se um pouco da “execução de algoritmos e procedimentos demorados” (PALIS, 1995, p.25) específicos da Matemática, para preocuparem-se mais com a resolução dos problemas elaborados que envolvam conceitos importantes, representações gráficas e cálculos numéricos complicados, que só se tornam possíveis com o uso desta ferramenta (p.176).

As idéias desses autores a respeito da relação entre pensamento e máquina não estão em desacordo com o referencial histórico-cultural abordado nesta pesquisa e representado por Kopnin (1978) nessa relação. Esse autor considera que nem pela forma, nem pela natureza da substância pela qual é constituída, a máquina lembra o cérebro do homem, sendo apenas funcionalmente semelhante.

Vigotski (1982) lembra-nos que o “cérebro não se limita a ser um órgão capaz de conservar ou reproduzir nossas experiências passadas, é também um órgão combinador, criador,

capaz de reelaborar e criar com elementos de experiências passadas novas formas e planejamentos”³⁸ (p.9).

Fundamentando-nos em Vigotski (1982) e Kopnin (1978), assumimos nesta pesquisa a idéia de que a máquina é uma estrutura artificial que deve executar tarefas repetitivas e agilizar o trabalho criativo e mental do homem. A diferença fundamental entre a máquina e o homem está no aspecto emocional. A primeira não toma decisões sozinha, apenas executa o que lhe é ordenado. O homem tem a grande vantagem de poder emocionar-se, aventurar-se, decidir na sua relação de conhecimento do mundo. Sobre este aspecto, Davydov (1999) escreve que

A coisa mais importante na atividade científica não é a reflexão, nem o pensamento, nem a tarefa, mas a esfera das necessidades e emoções. [...] As emoções são muito mais fundamentais do que os pensamentos, elas são a base para todas as diferentes tarefas que um homem estabelece para si mesmo, incluindo as tarefas do pensar. [...] A função geral das emoções é capacitar uma pessoa a pôr-se certas tarefas vitais, mas este é somente meio caminho andado. A coisa mais importante é que as emoções capacitam a pessoa a decidir, desde o início, se, de fato, existem meios físicos, espirituais e morais necessários para que ela consiga atingir seu objetivo (p.7).

As necessidades e as emoções são fundamentais para qualquer atividade que nos propomos a realizar, pois são elementos propulsores para que o indivíduo alcance seus objetivos. Porém, como registrado por um dos alunos da disciplina Informática e Ensino, muitos:

estudantes, diariamente, em todo o mundo, vão às escolas e universidades de forma inconsciente, automática, sem saber "por que" e "para que" e, ali, obrigatoriamente, estudam não só matemática, mas também física, geografia, artes, etc. Porém, nem os professores perguntam-se: Por que estou aqui? O que me traz aqui? Todos vivem com a consciência adormecida, agindo como autômatos. É necessário deixar a mecanicidade de lado e despertar a consciência. É triste vermos tantos robôs sentados nos bancos escolares e universitários. É o saber fazer que domina as instituições e as pessoas (Mário, 2CM, portfólio, 12/06/06).

Apesar de ter-se mostrado muito resistente à disciplina Informática e Ensino no início do semestre e mesmo sem conhecer a obra de Davydov, este licenciando demonstra sua inconformidade com a mecanicidade existente no ensino e assegura ser importante que haja uma mudança nesse quadro. E acrescenta:

³⁸ Tradução livre que faço de: “El cerebro no se limita a ser um órgano capaz de conservar o reproducir nuestras pasadas experiencias, es también um órgano combinador, creador, capaz de reelaborar y crear com elementos de experiencias pasadas nuevas normas y planteamientos”.

Por meio da leitura e discussão do texto sobre o "pensamento automático" (KOPNIN, 1978)³⁹ pude perceber que o computador acelera nosso trabalho, executando ações mecânicas que demandam atividades físicas, às vezes, intensas. Mas observamos que os comandos que a máquina executa são sempre produzidos pelo homem e acho que, por mais evoluídas que sejam as máquinas, não poderão substituir nem os processos de pensamento mais rudimentares desenvolvidos por ele, ou seja, podem reproduzir o saber fazer, mas o saber pensar, não. [...] Acho que o computador pode contribuir positivamente na educação e resta à classe docente, aceitar e incorporar tais benefícios para melhorar a qualidade do ensino ao lançar atividades instigantes aos alunos, além de propor uma nova forma de aprendizagem (Mário, 2CM, portfólio, 30/08/06).

Procurando romper com tal mecanicidade; buscando demonstrar a idéia de que o computador não substituirá o professor e preocupados em propiciar, aos licenciandos de matemática, espaços de formação tecnológica condizentes com a sociedade atual, acreditamos, baseando-nos em Silva e Fernandes (2007), ser importante que futuros professores não apenas utilizem recursos tecnológicos, mas saibam produzir seus próprios materiais didáticos – digitais ou não – e utilizar as novas tecnologias numa perspectiva de mediação pedagógica.

Sobre produzir o próprio material didático manipulável, Lorenzato (2006a) acredita que “talvez a melhor das potencialidades do MD⁴⁰ seja revelada no momento de construção do MD pelos próprios alunos, pois é durante esta que surgem imprevistos e desafios, os quais conduzem os alunos a fazer conjecturas e a descobrir caminhos e soluções.” (p.28). Tanto para professores como para futuros professores, analisar os imprevistos que podem surgir e refletir sobre a mediação pedagógica a ser feita em momentos de exploração de tais materiais com os alunos escolares constitui uma experiência fértil e de grande contribuição para sua formação profissional.

Nesta pesquisa, a produção de atividades computacionais de ensino de matemática e a relação aluno-máquina são propostas com o intuito de levantar dados sobre possíveis percepções dos licenciandos a respeito da relação do computador com o conhecimento matemático.

³⁹ O aluno refere-se à leitura e discussão, em sala de aula, do texto “A importância do chamado pensamento automático”. In: KOPNIN, P. V. *A dialética como lógica e teoria do conhecimento*. Rio de Janeiro, RJ, 1978. Volume 123, p. 31-70, Coleção Perspectivas do homem.

⁴⁰ Material Didático.

Ao ser liberado de tarefas mecânicas, o homem pode utilizar o computador para reorganizar seu pensamento, (re)significando conhecimentos e expressando-os de diferentes maneiras. Miskulin, Lanner de Moura e Silva (2003) defendem a existência de uma função intermodal para a representação do conhecimento em um ambiente computacional. Segundo estas autoras

A intermodalidade proporciona ao sujeito fazer as modificações necessárias para organizar suas idéias iniciais, vencer disparates, contradições frente às representações escolhidas e transformar as representações em “objetos que ajudam a pensar”, sobre os quais é possível operar. Observam-se progressos e também regressões temporárias quando um sistema de representação está sendo constituído pelo sujeito. Um dado conhecimento, quando expresso por diferentes sistemas de representação, torna-se cada vez mais compreensível ao sujeito. Quanto mais o sujeito conseguir concebê-los de diferentes perspectivas maior será a capacidade de sintetizá-lo (MISKULIN; LANNER DE MOURA; SILVA, 2003, p.8).

Lembramos também, que o ambiente computacional, por mais rico e construtivo que seja, por si só, não é suficiente para a construção de conhecimentos e

que a tarefa da escola contemporânea não consiste em dar às crianças uma soma de fatos conhecidos, mas em ensiná-las a orientar-se *independentemente* na informação científica e em qualquer outra. Isto significa que a escola deve ensinar os alunos a *pensar*, quer dizer, desenvolver ativamente neles os fundamentos do pensamento contemporâneo para o qual é necessário organizar um ensino que impulse o desenvolvimento⁴¹ (DAVYDOV, 1988, p.3, itálicos do original).

A utilização sem planejamento intencional de ambientes computacionais nas escolas não levará ao desenvolvimento do pensamento teórico, ficando apenas, possivelmente, no pensamento empírico (DAVYDOV, 1988). Para Davydov (1988), que se fundamenta na teoria do conhecimento do materialismo dialético, sobretudo em Kopnin, do ponto de vista da formação dos conceitos científicos na escola, a formação do pensamento teórico no processo escolar é que permitirá ao jovem atender às exigências da sociedade atual, pois o

saber contemporâneo pressupõe que o homem domine *o processo de origem e desenvolvimento das coisas mediante o pensamento teórico*, que estuda e descreve a lógica dialética. O pensamento teórico tem seus tipos específicos de generalização e abstração, seus procedimentos de formação dos conceitos e operações com eles.

⁴¹ Tradução livre que faço de: “que la tarea de la escuela contemporánea no consiste en dar a los niños una u otra suma de hechos conocidos, sino en enseñar-les a orientarse *independentemente* en la información científica y en cualquier otra. Pero esto significa que la escuela debe enseñar a los alumnos a *pensar*, és decir, desarrollar activamente en ellos los fundamentos del pensamiento contemporáneo, para lo cual es necesario organizar una enseñanza que impulse el desarrollo”.

Justamente a formação de tais conceitos abre aos escolares o caminho para dominar os fundamentos da cultura teórica atual. [...]. A escola, a nosso juízo, deve ensinar os alunos a *pensar teoricamente*⁴² (p.6, itálicos do original).

Para Davydov (1988), a essência do pensamento teórico consiste em o homem compreender as coisas e os acontecimentos “por via da análise das condições de sua *origem e desenvolvimento*. Quando os alunos estudam as coisas e os acontecimentos do ponto de vista deste enfoque, começam a pensar teoricamente.”⁴³ (p.6, itálico do original). Esse autor também considera que o conhecimento teórico constitui o objetivo principal da atividade de ensino, pois é por meio de sua aquisição que se estrutura a formação do pensamento teórico.

Sobre o pensamento empírico, Davydov (1988) afirma que este “tem seus tipos específicos de generalização e abstração, seus procedimentos peculiares para formar os conceitos, os que justamente colocam um obstáculo na assimilação plena, pelas crianças, do conteúdo teórico dos conhecimentos.”⁴⁴ (p.5). Afirma, ainda, que é esse pensamento empírico que penetra cada vez mais na escola atual e que a ênfase no seu ensino pode impedir o desenvolvimento, nos alunos, de outro tipo de pensamento. Em nosso entendimento, com o pensamento empírico esperam-se respostas reprodutivas e mnemônicas a respeito dos objetos de estudo. Como exemplo dessa forma de trabalho no ensino de matemática, podemos citar um pensamento numérico restrito a definir número: utilizar número sem que se tenha desenvolvido um conhecimento de como as diferentes civilizações lidaram com as quantidades e que condições contribuíram para definir seus sistemas numéricos.

Acreditamos ser importante que o desenvolvimento do pensamento teórico fosse incorporado em nossas aulas e que o ensino abordasse as investigações sobre modos de aprender e ensinar e sobre o papel mediador do professor na preparação dos alunos para o pensar. É “fundamental entender que o conhecimento supõe o desenvolvimento do pensamento e que desenvolver o pensamento supõe metodologia e procedimentos sistemáticos do pensar. Nesse

⁴² Tradução livre que faço de: “saber contemporáneo presupone que el hombre domine *el proceso de origen y desarrollo de las cosas* mediante *el pensamiento teórico*, que estudia y describe la lógica dialéctica. El pensamiento teórico tiene sus tipos específicos de generalización y abstracción, sus procedimientos de formación de los conceptos e operacion con ellos. Justamente la formación de tales conceptos abre a los escolares el camino para dominar los fundamentos de la cultura teórica actual. [...]. La escuela, nuestro juicio, debe enseñar a los niños a *pensar teóricamente*”.

⁴³ Tradução livre que faço de: “por vía del análisis de las condiciones de su *origen y desarrollo*. Cuando los escolares estudian las cosas y los acontecimientos desde el punto de vista de este enfoque, comienzan a pensar teóricamente”.

⁴⁴ Tradução livre que faço de: “tiene sus tipos específicos de generalización y abstracción, sus procedimientos peculiares para formar los conceptos, los que justamente obstaculizan la asimilación plena, por los niños, del contenido teórico de los conocimientos, que penetra cada vez más en la escuela actual”.

caso, a característica mais destacada do trabalho do professor é a mediação docente.” (LIBÂNEO, 2004, p.6). Por meio dela, o professor pode criar situações desafiantes e possibilitar que os alunos demonstrem sua criatividade, busquem novos caminhos e envolvam-se no processo de construção do conhecimento.

Para que isso ocorra, os alunos podem utilizar os computadores como auxiliares de seu trabalho mecânico, ficando livres para voltar suas energias ao trabalho intelectual e aliar-se com as exigências que a sociedade do conhecimento nos impõe.

Seria importante que a mediação do trabalho dos alunos pelo professor levasse aqueles a retomar a situação analisada e solucionada, deixando-os também desfrutar da satisfação da produção de uma atividade ou da resolução de uma situação-problema. Consideramos relevante que o professor permita a seus alunos emocionar-se, aventurar-se e demonstrar suas emoções em momentos considerados formais, como a sala de aula.

Em Marco (2004), entendemos que a introdução

de computadores no contexto educacional torna-se importante por possibilitar despertar e desenvolver nos alunos uma nova visão de acesso à informação para a construção de seu conhecimento, utilizando ambientes computacionais nos quais possam fazer antecipações, simulações, conjecturas, experimentações e criar soluções para necessidades encontradas (p.49).

A utilização de computadores no contexto educacional constitui-se como mais um recurso metodológico a ser usado com mediação pedagógica do professor, de modo a favorecer o processo educativo. Ainda, como discutimos em Marco (2004), a imersão em ambientes virtuais

permite ao aluno escolher seus próprios caminhos e interagir com outros espaços, o que nem sempre é possibilitado na escola. A utilização das novas tecnologias, em especial de computadores na Educação, pode favorecer a verificação de hipóteses e conjecturas levantadas pelos alunos de maneira mais dinâmica (p.49).

Fundamentados nessas idéias, optamos, nesta pesquisa, por aliar a utilização de computadores à atividade de ensino, propondo aos alunos do curso de Matemática a produção de uma atividade computacional de ensino de matemática. Tal proposta tem como objetivo pesquisar, nas informações obtidas, indícios da intencionalidade do professor ao elaborar e propor uma atividade que gere necessidades em seus alunos de aprender e ao fazer o planejamento e a mediação pedagógica do trabalho docente.

Nesta investigação, entendemos a tecnologia computacional, a interatividade, a vivência e exploração das atividades de ensino, a reflexão teórica e a produção de atividades computacionais de ensino como elementos da atividade de ensino do professor. Este tem por base a necessidade de introduzir, no espaço da disciplina Informática e Ensino, os ambientes computacionais em sua atividade de planejamento como um artefato mediador do objetivo a ser alcançado pela atividade de aprendizagem do aluno. O futuro professor, ao produzir as atividades computacionais para seus futuros alunos, pode tornar sua a necessidade didática do computador como potencializador do seu pensamento teórico e da aprendizagem matemática do aluno.

Todos esses aspectos são aqui considerados como base didático-pedagógica para o desenvolvimento conceitual dos alunos e podem também constituir elementos didáticos de formação do futuro professor de matemática.

CAPÍTULO III

Entre os caminhos... um caminho...

3.1 O processo do caminhar: aspectos metodológicos da pesquisa

O nascimento das principais idéias que norteiam esta pesquisa deu-se durante as reflexões que fizemos ao longo da elaboração de nosso trabalho de Mestrado (MARCO, 2004), de nossa vivência como formadora de professores em cursos de Formação Continuada⁴⁵, cursos de Especialização⁴⁶ e cursos de Graduação⁴⁷. Nessas vivências com a formação do professor, tanto inicial quanto continuada, percebíamos dificuldades de professores e graduandos em definir conceitos matemáticos. Na maioria das vezes, descreviam “como calcular”, “como aplicar uma fórmula”, mas não conseguiam definir conceitualmente um tema matemático.

Durante nossa caminhada de formadora de professores e de futuros professores, a dificuldade, a “não-habilidade” com computadores e *softwares* foi outro aspecto que nos instigou a procurar aliar atividades de ensino de matemática a ambientes computacionais para o ensino dessa disciplina, originando o que estamos denominando de **produção de atividades computacionais de ensino de matemática** por futuros professores. Nos diferentes momentos vividos e mencionados, verificávamos, nas instituições em que atuávamos, a ausência de propostas e de espaço de formação com o uso do computador no ensino ou, quando este existia, dificuldades de diversas naturezas estavam presentes. Este fato evidenciou para nós a necessidade

⁴⁵ Atuando nas cidades de Campinas, Americana, Vinhedo, Valinhos, Louveira, Itupeva, Hortolândia, Campo Limpo Paulista, Amparo, Atibaia, Itatiba, Jundiaí, todas no Estado de São Paulo.

⁴⁶ Nas cidades de Franca e Ituverava, ambas no Estado de São Paulo.

⁴⁷ Curso de Pedagogia, na disciplina Fundamentos do Ensino de Matemática I e curso de Matemática, na disciplina Didática Aplicada ao Ensino de Matemática (na modalidade de Estágio Docente, ambas na Universidade Estadual de Campinas) e curso de Matemática da Universidade Federal de Uberlândia, nas disciplinas de Prática de Ensino de Matemática 2 e Oficina de Prática Pedagógica 1.

de formar o professor para que ele possa utilizar ambientes computacionais e tenha condições de mediar o trabalho de seus futuros alunos.

Esses e outros aspectos levaram-nos a pensar numa pesquisa que trouxesse dados sobre o potencial didático — ou não — do computador na formação inicial do professor de matemática. Propusemos, então, para o projeto de Doutorado, investigar as implicações didáticas da produção de atividades computacionais de ensino na formação inicial docente do professor de matemática, de modo que essa produção tenha, também, o caráter de atividade de formação para o futuro professor.

A realização dessa proposta concretizou-se mediante a oportunidade que tivemos de ministrar a disciplina Informática e Ensino⁴⁸ no curso de Matemática da Universidade Federal de Uberlândia (MG), oferecida pela primeira vez no primeiro semestre de 2006.

Fomos a professora do grupo dos sujeitos da pesquisa e responsável pelo acompanhamento da vivência das atividades de ensino e orientação da produção das atividades computacionais de ensino e também pesquisadora, nesse contexto.

Tomamos a sala de aula da disciplina Informática e Ensino como nosso campo de investigação, como um “ambiente natural” da formação inicial docente dos licenciandos em matemática, o que nos aproxima das características de uma pesquisa de enfoque qualitativo. Segundo Bogdan e Biklen (1994),

a fonte direta de dados é o ambiente natural, constituído o investigador o instrumento principal. [...]. Os dados são recolhidos em situação e complementados pela informação que se obtém através do contato direto. Além do mais, os materiais registrados mecanicamente são revistos na sua totalidade pelo investigador, sendo o entendimento que este tem deles o instrumento-chave de análise (p.47).

Outra característica da relevância da pesquisa em sala de aula é destacada por Moura (2000), que a considera o “lugar privilegiado para a observação dos alunos nos seus processos de aquisição de conhecimentos e onde as interações tanto podem servir para resolver problemas dados como para gerarem novos pela troca simbólica em jogo.” (pp.14-15).

Na pesquisa em educação matemática, Fiorentini e Lorenzato (2006, p.110) destacam que a abordagem qualitativa “busca investigar e interpretar o caso como um todo orgânico, uma

⁴⁸ Maiores informações a respeito desta disciplina serão apresentadas ainda neste capítulo.

unidade em ação com dinâmica própria, mas que guarda forte relação com seu entorno e contexto sociocultural”.

Dada a natureza qualitativa da questão de investigação, optamos por realizar uma pesquisa qualitativa de intervenção com análise interpretativa das enunciações dos sujeitos durante o processo de vivenciar atividades de ensino⁴⁹ e produzir atividades computacionais de ensino de matemática para alunos do Ensino Fundamental ou Médio. Nossa preocupação em observar e analisar o processo, e não simplesmente os resultados ou produtos (BOGDAN; BIKLEN, 1994), é outra característica que define o aspecto qualitativo desta pesquisa.

Consideramos ser esta uma pesquisa de intervenção por inserir-se em contexto de ensino e pelo fato de a pesquisadora orientar o processo de análise do conjunto de atividades de ensino previamente selecionadas. Nessa modalidade de pesquisa, o pesquisador

coloca-se como elemento que faz parte da situação que está sendo estudada, não pretendendo ter uma posição de observador neutro. Sua ação no ambiente e os efeitos dessa ação são, também, material relevante para a pesquisa. Como a situação escolar é um processo permanente em movimento, e a transformação é justamente o resultado desejável desse processo, métodos de pesquisa que permitam captar transformações são os métodos mais adequados para a pesquisa educacional (OLIVEIRA, 1997, p.65).

Assim como Sousa (2004), demos a essas mesmas atividades “a conotação de atividades de pesquisa por se tornarem o meio de construção das informações” (p.22) a serem analisadas com vistas ao objetivo da pesquisa.

Bogdan e Biklen (1994) afirmam ainda que os pesquisadores que adotam a pesquisa qualitativa “tentam analisar os dados em toda sua riqueza, respeitando, tanto quanto possível, a forma com que estes registros foram registrados ou transcritos.” (p.48). Esta afirmação leva-nos a entender que desenvolver uma pesquisa — atividade humana e social — com análise interpretativa dos dados na busca do conhecimento científico possibilita-nos fazer suposições e conjecturas e/ou inferências carregadas de valores, interesses e princípios que orientam o investigador, o que às vezes não retrata o que realmente possa estar acontecendo. Assim, não podemos nos esquecer de que o conhecimento “vem sempre marcado pelos sinais do seu tempo, comprometido com sua realidade histórica e não pairando acima dela como verdade absoluta.” (LÜDKE; ANDRÉ, 1986, p.2).

⁴⁹ Nestas atividades abordamos os conceitos de volume, números inteiros e função.

Bogdan e Biklen (1994) consideram que a utilização da abordagem qualitativa na formação de professores configura-se como um ganho

porque oferece aos futuros professores a oportunidade de explorarem o ambiente complexo das escolas e simultaneamente tornarem-se mais autoconscientes acerca dos seus próprios valores e da forma como estes influenciam as suas atitudes face aos estudantes, diretores e outras pessoas (p.287).

Além disso, fundamentando-nos em Araújo e Moura (2008), entendemos que a

realização de uma pesquisa sobre formação de professores, na perspectiva histórico-cultural, implica perceber o objeto em movimento. Isso significa considerar a hipótese de que, ao fazer a atividade, o sujeito se revela e que a qualidade dessas ações depende de sua finalidade, do contexto, das interdependências (p.6).

Em busca de procedimentos éticos na pesquisa em educação matemática, esta pesquisa procurou contemplar alguns princípios e cuidados sugeridos por Fiorentini e Lorenzato (2006), tais como: consentimento dos envolvidos; preservação da identidade e da integridade dos envolvidos; mínima interferência do pesquisador no ambiente; e cuidados na divulgação dos dados.

As informações foram registradas em áudio, vídeo e no diário de campo da pesquisadora. Como instrumentos de produção e construção do material analisado nesta pesquisa, tivemos:

- a) questionário⁵⁰ com questões abertas proposto no primeiro dia de aula;
- b) registro, individual e em grupo, das atividades desenvolvidas pelos licenciandos;
- c) portfólios⁵¹ escritos pelos licenciandos;
- d) registros no diário de campo da professora-pesquisadora;
- e) áudio das discussões ocorridas entre os protagonistas durante a vivência e a produção das atividades;
- f) relatório, em grupo, do trabalho final da disciplina;
- g) apresentação oral dos trabalhos para a classe, videogravada.

⁵⁰ Este questionário encontra-se no Anexo B, na página 214. Os questionários com questões abertas não apresentam “alternativas para respostas, podendo o pesquisador captar alguma informação não prevista por ele ou pela literatura” e “se prestam melhor a coletar informações qualitativas” (FIORENTINI; LORENZATO, 2006, pp.116-117).

⁵¹ Os graduandos utilizaram cadernos para o registro das reflexões. Os portfólios eram entregues à professora-pesquisadora sempre no final de cada mês de aula transcorrido e constituíam um dos instrumentos de avaliação da disciplina Informática e Ensino.

Esclarecemos aos licenciandos que os portfólios não tinham como objetivo registrar o que ocorria em sala de aula. Seu objetivo principal consistia em ser um registro de reflexões, percepções, sensações, anseios sobre os assuntos discutidos em cada aula, experiências matemáticas escolares e de possível (re)significação de conceitos matemáticos. Além disso, eles constituiriam a organização lógica da aprendizagem ocorrida e, possivelmente, consistiriam numa perspectiva para suas futuras práticas pedagógicas em matemática.

Nesta pesquisa, os portfólios serviram como instrumentos de diálogo entre educador e educandos e constituíram-se em registros

continuamente produzidos na ação e partilhados por forma a recolherem, em tempo útil, outros modos de ver e de interpretar que facilitem ao formando uma ampliação e diversificação do seu olhar, forçando-o à tomada de decisões, à necessidade de fazer opções, de julgar, de definir critérios, de se deixar invadir por dúvidas e por conflitos, para deles emergir mais consciente, mais informado, mais seguro e mais tolerante quanto às hipóteses dos outros. Assim, não podem ser escritos num Sábado à tarde ou mesmo num fim-de-semana (SÁ-CHAVES, 2000, p.15).

As reflexões contidas nos portfólios⁵² eram lidas, comentadas e questionadas pela professora-pesquisadora, por escrito, no próprio portfólio, focando a constituição profissional do aluno, tanto teórica quanto metodológica, e sempre retornavam a eles para que pudessem verificar e repensar situações de aprendizagem, constituindo-se um instrumento de formação (SÁ-CHAVES, 2000). Além disso, esse instrumento serviu como um “continuado suporte afetivo e pessoal na difícil mediação que é a passagem de aluno a professor, de pessoa a professor e de professor a pessoa” (SÁ-CHAVES, 2000, p.15).

A proposta de escrita de portfólios no processo de formação docente foi utilizada por acreditarmos que a formação “não acontece de fora para dentro, mas essencialmente de dentro para fora, ou seja, também é definida pelo diálogo interno do sujeito consigo mesmo” (CARDIM, 2008, p.41). Nesta dialogicidade, neste movimento de comunicação de idéias, o indivíduo produz significados próprios para conceitos matemáticos ou (re)significa-os e “pode, mais facilmente, reconhecer seu próprio processo cognitivo” (D’AMBRÓSIO, 1998, p.70) e encaminhar o processo de formar-se.

Freitas (2006) escreve que Phillips e Crespo (1996) valorizam a comunicação escrita porque “proporciona aos alunos um registro de seus próprios pensamentos e idéias em

⁵² Os portfólios de todos os 89 alunos das duas turmas da disciplina Informática e Ensino eram lidos e comentados pela professora-pesquisadora.

desenvolvimento” (p.34). Além disso, acreditamos que, ao escrever, o aluno necessita organizar seu pensamento de forma lógica e coerente para que suas idéias possam ser compreendidas por todos aqueles que lerem suas intenções.

As atividades de ensino e de pesquisa desenvolvidas durante as aulas, alvo da pesquisa, foram previamente selecionadas e adaptadas dos livros *A fração – a repartição da Terra*⁵³, *O número inteiro: numerando movimentos contrários*⁵⁴, *Elementar é o essencial*⁵⁵, *A variável – ser e não ser*⁵⁶, *O cálculo algébrico: operações com número algébrico – A linguagem Algébrica 2*⁵⁷ pela pesquisadora juntamente com a orientadora da pesquisa, a professora Dr^a Anna Regina Lanner de Moura e, norteou a primeira parte desta pesquisa. A escolha dessas atividades ocorreu por entendermos que seus autores trabalham a partir da perspectiva histórico-cultural, abordando aspectos que permeiam o entendimento do processo de origem e o desenvolvimento histórico de um conceito para posterior generalização e formalização de um modo teórico de entender o conceito. Além disso, para

trabalhar a Matemática de maneira alternativa é necessário acreditar que de fato o processo de aprendizagem da Matemática se baseia na ação do aluno em resolução de problemas, em investigações e explorações dinâmicas de situações que o intrigam. Como acreditar que a Matemática possa ser aprendida desta forma se o professor nunca teve semelhante experiência em sala de aula enquanto aluno? (D’AMBRÓSIO, B., 1993, p.38).

Para o desenvolvimento dessas atividades escolhemos como metodologia de aula propor situações-problema⁵⁸ envolvendo os conceitos de volume de paralelepípedo, números inteiros e função. Para cada atividade proposta estabelecemos mediações no sentido de garantir o movimento indivíduo-coletivo das soluções apresentadas.

Na seqüência, discutimos a relação existente entre as atividades que os licenciandos vivenciaram/exploraram e o referencial teórico oferecido pelo conceito de atividade de ensino (MOURA, 2000, 2003; LANNER DE MOURA et al., 2003a). Propusemos, então, aos licenciandos que aceitassem o desafio de produzir uma atividade computacional de ensino para futuros alunos de Ensino Fundamental ou Médio, a partir dos elementos que eles considerassem

⁵³ Lima e Moisés, 1998a.

⁵⁴ Lima e Moisés, 1998b.

⁵⁵ Lima, Takazaki e Moisés, 1998.

⁵⁶ Lima e Moisés, 2000.

⁵⁷ Lima e Moisés, 1993.

⁵⁸ Estas situações serão apresentadas no item 3.5 e subitens 3.5.1, 3.5.2 e 3.5.3 deste capítulo.

relevantes em uma das atividades de ensino que vivenciariam na disciplina. Mostraram-se interessados com a perspectiva de vincular os novos referenciais teóricos à possibilidade de produzir, em pequenos grupos, propostas de ensino adequadas à realidade escolar na qual futuramente poderão ser inseridos e que, de alguma forma, já conhecem por meio dos estágios realizados.

A produção de atividades computacionais de ensino foi o que norteou a segunda parte desta pesquisa. Os licenciandos puderam escolher um conceito matemático com o qual gostariam de trabalhar com futuros alunos do Ensino Fundamental ou Médio. Para o desenvolvimento de tais atividades, disponibilizamos 12 horas-aula⁵⁹ presenciais para que os grupos pudessem organizar o trabalho, elegendo conteúdo, objetivos, *softwares*, ações e operações para a produção da atividade pretendida. Além das aulas presenciais, os grupos dispunham de duas horas-aula semanais de encontros extraclasse para encaminhamentos e ações que julgassem necessárias. Estas duas horas-aula semanais, totalizando 30 horas-aula durante o semestre, faziam parte da carga horária obrigatória da disciplina Informática e Ensino, sendo integrantes do Projeto Integrado de Prática Educativa (PIPE) que busca desenvolver ao longo do curso de formação de professores de matemática, atividades teóricas e práticas que articulem as disciplinas de formação específica e pedagógica.

Acreditamos que cada grupo tendeu a escolher, entre os conceitos matemáticos discutidos durante a disciplina, aquele que mais lhe foi significativo nos momentos de vivência⁶⁰ das atividades de ensino propostas. Ou seja, aquele conteúdo matemático que lhe possibilitou (re)pensar e, possivelmente, (re)significar a sua aprendizagem escolar, trazendo-lhe maior significação conceitual.

Ao final da disciplina, propiciamos momentos de socialização, entre os licenciandos, das atividades computacionais de ensino produzidas pelos grupos e a apresentação de sugestões, por parte da professora e de colegas, com o intuito de aprimorar as atividades desenvolvidas. Esses momentos consistiram em quatro horas-aula divididas em dois dias de trabalhos. Neles, nossa intenção foi obter informações sobre quais elementos os licenciandos consideravam importantes em uma proposta de ensino em ambientes computacionais, para que pudéssemos analisar quais as

⁵⁹ Estas 12 horas-aula presenciais foram distribuídas em 4 horas-aula semanais, totalizando 3 semanas de trabalho e representam, aproximadamente, 13,5 % do total de horas-aula do semestre.

⁶⁰ Entendemos a vivência das atividades de ensino no sentido de sua exploração e discussão para possível (re)significação de conceitos matemáticos “aprendidos” durante os Ensinos Fundamental e Médio, pelos graduandos.

implicações didáticas que a produção de tais atividades poderia trazer para a formação do futuro professor de matemática.

Nesta investigação, além de considerar os aspectos cognitivos, consideramos também aqueles que envolvem, no processo de produção de atividades computacionais de ensino de matemática, outras faculdades dos licenciandos, relativas ao aspecto emocional, como sensações e percepções (KOPNIN, 1978) que podem estar presentes nos momentos de produção com os *softwares*.

Como **objetivo principal** desta pesquisa, procuramos analisar as implicações didáticas que a vivência de atividades de ensino e a produção de atividades computacionais de ensino por licenciandos podem trazer para a formação do futuro professor de matemática. E, como **objetivos específicos** que decorrem da questão de pesquisa, temos:

- analisar quais aspectos teórico-metodológicos os licenciandos enunciam, ao vivenciar e produzir atividades computacionais de ensino de matemática;
- analisar aspectos profissionais (de formação) presentes nas enunciações dos licenciandos, ao vivenciar e produzir atividades computacionais de ensino de matemática;
- analisar as características didático-pedagógicas presentes nas atividades produzidas pelos licenciandos.
- investigar quais motivos podem levar o futuro professor a produzir atividades computacionais de ensino.

Procuramos investigar: *quais implicações didáticas para a formação inicial do professor de matemática podem ser produzidas pela vivência de atividades de ensino e pela produção de atividades computacionais de ensino pelos licenciandos?*. Para responder nossa questão de investigação, propusemos aos licenciandos do curso de Licenciatura em Matemática vivências de atividades de ensino que os levaram a refletir e discutir sobre o desenvolvimento histórico de alguns conceitos matemáticos e também, possivelmente, a (re)significar conceitos matemáticos estudados nos Ensinos Fundamental e Médio.

A vivência de atividades de ensino caracteriza-se como uma experiência importante para os licenciandos, pois, por meio delas, estes podem perceber o motivo de possíveis dificuldades que alunos do Ensino Fundamental ou Médio cometem devido à não-compreensão de conceitos matemáticos. Além disso, os licenciandos são convidados a envolver-se em movimentos para criar soluções para os problemas que surgem durante o processo de resolução das atividades.

Tais atividades, neste estudo, têm como finalidades trabalhar num movimento subjetivo de novas linguagens de alguns conceitos e oferecer aos licenciandos condições para levantar elementos para a posterior produção das próprias atividades computacionais de ensino.

A proposta de vivenciar atividades e, a partir delas, produzir outras encontra fundamento em Vigotski (1982), quando afirma que "quanto mais rica for a experiência humana, tanto maior será o material de que dispõe essa imaginação" (p.17). A estas palavras acrescentamos que tanto maior será sua capacidade de criar, além de haver a "necessidade de ampliar a experiência da criança [no nosso caso, do licenciando] se queremos proporcionar-lhe base suficientemente sólida para sua atividade criadora"⁶¹ (p.18).

Dentre as atividades vivenciadas pelos graduandos durante a disciplina Informática e Ensino, selecionamos para esta pesquisa aquelas que pudessem conter algum indício de implicações e influências didático-pedagógicas no modo de propor a formação docente na disciplina em questão. (Quadro 1).

Atividades propostas	Objetivos	Fundamentação teórica
(Re)significando o conceito de volume do paralelepípedo.	– Explorar e (re)significar o conceito de volume do paralelepípedo.	– Davydov (1988) – Vigotski (1991) – Lima e Moisés (1998a) – Lima (1998) – Caraça (2000)
(Re)organizando o conceito de números inteiros.	– Entender a origem e o desenvolvimento dos números inteiros como um movimento de contrários.	– Prado (2008) – Lima e Moisés (1998b) – Radford (2004)
(Re)construindo o conceito de função.	– Propiciar aos licenciandos situações de reflexão sobre os nexos conceituais da função.	– Davydov (1982, 1988) – Aleksandrov et al. (1988) – Caraça (2000) – Sousa (2004)

Quadro 1 – Atividades desenvolvidas para esta pesquisa

A idéia de produzir uma atividade computacional de ensino não se refere a solicitar aos licenciandos a criação de uma atividade inédita, mas produzir uma “versão” de sua escolha, de modo que pudéssemos obter dados sobre os elementos didático-pedagógicos dos quais eventualmente lançam mão para produzir suas atividades.

⁶¹ Tradução livre da língua espanhola pela pesquisadora.

No decurso das aulas, procuramos atentar ao modo como os licenciandos reagem às diversas propostas de atividades, procurando fazer um acompanhamento próximo dos seus percursos de aprendizagem frente às atividades de ensino vivenciadas, aos *softwares* explorados e, principalmente, aos momentos de produção das atividades computacionais de ensino. Por vezes, percebemos nos graduandos certo desânimo e preocupação quanto à possibilidade de concretizar seus projetos. Nesses momentos, nossa atuação como pesquisadora foi além de tentar encorajá-los. Foi preciso fazê-los acreditar em suas capacidades para resolver as situações adversas que encontravam.

3.2 A disciplina Informática e Ensino

O curso de Matemática da Universidade Federal de Uberlândia existe há 41 anos, com duas modalidades: Licenciatura e Bacharelado. Esse curso obteve autorização para funcionamento em 1967 e foi reconhecido pelo Decreto 71.335 de 09 de novembro de 1972.

Atualmente o curso funciona em período integral, com regime acadêmico semestral e duração de oito semestres, totalizando 3.145 horas. Desse total, 2.765 horas são de componentes obrigatórios e 380 de componentes de escolha do aluno (disciplinas optativas).

A disciplina Informática e Ensino faz parte das disciplinas obrigatórias do segundo semestre de curso⁶² – onde foi realizada nossa pesquisa de campo – e foi oferecida pela primeira vez no primeiro semestre de 2006⁶³. Esta disciplina foi introduzida no currículo do curso de Matemática procurando atender à necessidade de formação de professores para utilização de recursos tecnológicos no contexto de ensino e aprendizagem. Essa inserção atendeu também a Resolução CNE/CP No.1, de 18/02/2002, do Conselho Nacional de Educação, que institui Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação de Professores da Educação Básica, em nível superior, em cursos de Licenciatura Plena.

Esta disciplina tem como objetivos, investigar novas tecnologias aplicadas ao ensino de matemática; explorar regularidades e testar conjecturas associadas a conceitos matemáticos; provocar a mudança de postura didático-metodológica do futuro professor diante das ferramentas tecnológicas de apoio ao ensino; discutir as potencialidades e as limitações de *softwares* na

⁶² Momento em que interessados no curso de Licenciatura ou no curso de Bacharelado participam de uma mesma turma.

⁶³ Neste semestre haviam duas turmas dessa disciplina.

produção de atividades computacionais de ensino com os licenciandos; promover debates/reflexões acerca das influências de aplicativos computacionais na dinâmica da aula de matemática; vivenciar a execução de projetos-modelo de planejamento de aulas em ambiente informatizado.

Nas 90 horas-aulas de curso, distribuídas em 6 horas-aulas semanais, por ser a primeira vez que a disciplina seria ministrada, para o seu desenvolvimento e com vistas ao nosso projeto de pesquisa, planejamos e desencadeamos ações tais como: discussões a partir da leitura de textos relacionados às possibilidades e às potencialidades do uso de novas tecnologias no ensino de matemática presencial e virtual com os alunos; exploração de ambientes computacionais como SLogo⁶⁴, Cabri Géomètre II⁶⁵ e Winplot^{66 67} e discussão de suas potencialidades e limites pedagógicos; construção de Webquests⁶⁸; vivência e exploração de atividades de ensino de

⁶⁴ Logo é uma linguagem computacional desenvolvida a partir dos anos 1960 por um grupo de pesquisadores do Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT), sob a direção de Seymour Papert. É conhecido como o programa da tartaruga e está fundamentado no Construtivismo piagetiano (VALENTE, 1993 apud MISKULIN, 1999). De acordo com a teoria piagetiana, “o sujeito constrói seus conhecimentos no processo de interação com o meio em que vive, utilizando-se de seus próprios mecanismos de aprendizagem, sem que ele seja explicitamente ensinado” (MISKULIN, 1999, p.231). Informações no site <www.nied.unicamp.br>.

⁶⁵ O *software* Cabri Géomètre foi desenvolvido por Ives Baulac, Jean-Marie Laborde e Franck Bellemain, no Institut d'Informatique et Mathématiques Appliquées de Grenoble (IMAG), França, com o objetivo de possibilitar ao usuário investigar e explorar, de forma dinâmica e interativa, conceitos e construções geométricas. O nome Cabri Géomètre originou-se da abreviatura de “Cahier Brouillon Interactif” – Caderno de Rascunhos Interativo – e o “usuário pode utilizá-lo como uma folha de caderno de desenho com o objetivo de realizar construções geométricas, sendo possível investigar e explorar, de forma dinâmica, as diversas propriedades intrínsecas à construção de figuras geométricas” (MISKULIN, 1999, p.209). Segundo essa autora, o ambiente computacional Cabri Géomètre “permite a construção e a exploração de objetos geométricos, de forma intuitiva, tais como: pontos, linhas, segmentos, triângulos, polígonos e círculos. Além disso, possibilita, ao usuário, medir ângulos, segmentos, áreas de figuras, entre outros. Fornece também equações de objetos geométricos, incluindo linhas, círculos, elipses e coordenadas de pontos” (p.209). O programa pode ser utilizado tanto no Ensino Fundamental e Médio quanto no Ensino Superior e precisa ter sua licença comprada. No entanto, uma versão Demo pode ser obtida no site <<http://www.educareinfo.com.br/fundam/cabri.htm>>. Outras informações podem ainda ser encontradas no site <www.cabri.com.br>.

⁶⁶ O *software* Winplot foi desenvolvido pelo Professor Richard Parris Rick. Chamava-se PLOT e rodava no antigo DOS; com o lançamento do Windows 3.1, o programa foi renomeado de Winplot. Seu objetivo é plotar gráficos de funções de uma e duas variáveis de maneira bastante simples, pois dispensa o conhecimento de qualquer linguagem de programação. Outras informações no site <www.mat.ufpb.br/~sergio/winplot/winplot.html>.

Os *softwares* Cabri Géomètre e Winplot são considerados, na literatura, como *softwares* de **resolução de problemas**. Segundo Miskulin (1999), nestes ambientes os alunos podem manipular variáveis e observar o que acontece; desenvolver habilidades de análise do processo de resolução de problema; “dividir o problema em pequenas partes; identificar informações necessárias e desnecessárias, e ainda procurar uma seqüência lógica; alcançar a resposta e expressar essa resposta no computador” (p.76).

⁶⁷ Estes *softwares*, entre outros, eram sugeridos pela ficha da disciplina que consta do Projeto Pedagógico da Faculdade de Matemática da Universidade Federal de Uberlândia. Site: <www.famat.ufu.br>.

⁶⁸ Do inglês, procura ou busca orientada na Web. É uma metodologia de pesquisa orientada, proposta por Bernie Dodge em 1995, com fundamento em aprendizagem cooperativa e processos investigativos na construção do saber; os recursos utilizados são provenientes da Internet. Para maiores informações, acesse <www.webquest.futuro.usp.br>.

matemática; produção em grupos, pelos graduandos⁶⁹, de atividades computacionais de ensino que possibilitem o desenvolvimento de conteúdos matemáticos por alunos do Ensino Fundamental ou Médio; escrita de portfólios; apresentação, no grupo de graduandos, das atividades computacionais de ensino produzidas pelos pequenos grupos⁷⁰.

Pelo exposto, é possível notar que a maior parte do tempo das aulas transcorreu com atividades práticas realizadas pelos graduandos, tanto em sala de aula como no Laboratório de Informática da Universidade, tendo a professora-pesquisadora como mediadora do trabalho de todos os grupos. O Laboratório de Informática no qual desenvolvemos as aulas era composto por 25 computadores e, por esse motivo, nos momentos de exploração dos ambientes computacionais alguns alunos trabalharam em duplas e/ou trios e outros, individualmente.

3.3 Os protagonistas da pesquisa...

No semestre em questão, a Universidade Federal de Uberlândia (MG) passava pela implementação de um novo currículo, sendo a disciplina Informática e Ensino, oferecida para o segundo período do curso de Matemática, obrigatória e substitutiva a uma disciplina do sétimo período que não mais seria oferecida. Esse fato gerou a procura da disciplina por um grande número de alunos, o que demandou a criação de duas turmas, uma de manhã com 35 alunos e uma à tarde com 54 alunos, com graduandos de vários períodos⁷¹ do curso em ambas. Procurando a melhor forma de explicitar a distribuição dos alunos nas duas turmas, optamos por elaborar um quadro apresentando um panorama geral dos alunos da disciplina Informática e Ensino, no primeiro semestre de 2006.

⁶⁹ Todos os alunos matriculados na disciplina Informática e Ensino participaram desta proposta. Porém, nosso olhar de pesquisadora esteve voltado para os licenciandos; mais especificamente, para os alunos do sétimo e oitavo períodos, como explicaremos mais à frente.

⁷⁰ Lembramos que estas ações foram desenvolvidas com todo o grupo de alunos matriculados na disciplina Informática e Ensino.

⁷¹ Na Universidade Federal de Uberlândia utiliza-se o termo *período* e não *semestre*, como em diversas universidades.

Período	Quantidade de alunos Turma M	Quantidade de alunos Turma N
2	1	28
3	5	19
4	6	3
5	2	0
6	5	1
7	14	3
8	2	0
TOTAL	35	54

Quadro 2 – Panorama geral dos alunos por períodos

Os alunos dos períodos finais foram concentrados na turma da manhã, ficando os alunos dos segundo e terceiro períodos na turma da tarde. Esta organização, realizada pela coordenação do curso de Matemática, teve como objetivo agrupar em uma mesma turma os alunos que já faziam estágio.

Este fator auxiliou-nos a eleger um dos critérios de seleção dos sujeitos da pesquisa: que fosse aluno do curso de Licenciatura em Matemática e estivesse realizando estágios em escolas, por entendermos que, estando inseridos no movimento de uma sala de aula, mesmo como estagiários, os licenciandos tendem a olhar para as situações pedagógicas de modo diferente daqueles que ainda não fazem estágio. Esse olhar pode permitir que o futuro professor, além de considerar fatos visíveis, (re)pense a complexidade que a prática docente envolve (CARDIM, 2008).

Para melhor direcionar nosso olhar para nossa questão de investigação, utilizamos os seguintes critérios para escolher os sujeitos da pesquisa que comporiam o nosso *isolado* (CARAÇA, 2000): ser aluno do curso de Licenciatura em Matemática e já estar realizando estágios em escolas; ter frequência constante às aulas; ter apresentado reflexões sobre as aulas em seus portfólios; ter participado das vivências das atividades; e ter participado durante todo o processo de produção da atividade computacional de ensino.

Nesta pesquisa, utilizamos o conceito de *isolado* na perspectiva de Caraça (2000), que explica que na “impossibilidade de abraçar, num único golpe, a totalidade do Universo [realidade observada], o observador recorta, destaca, dessa totalidade, um conjunto de seres e fatos, abstraindo de todos os outros que com eles estão relacionados” (p.105). Foi preciso muito

cuidado e critérios para tomar como isolado de estudo as relações que, de fato, compreendessem os fatores que influenciavam no fenômeno investigado. Essas relações, neste estudo, representam “o conjunto de ações que desencadeia o processo de busca da resposta do problema em questão” (MOURA, 2000, p.77).

Com os critérios estabelecidos e tendo nosso isolado constituído, tivemos 16 licenciandos e suas produções compondo o cenário de investigação de nossa pesquisa, sendo 14 deles matriculados no sétimo período e 2 alunos matriculados no oitavo período do curso de Licenciatura em Matemática da Universidade Federal de Uberlândia (MG), todos do período da manhã⁷². Esses alunos, para a produção das atividades computacionais de ensino de matemática, dividiram-se em três grupos⁷³:

Grupo 1 (G1) – Rodrigo, Denise, Paula, Nataniel, Luíza e Marina.

Grupo 2 (G2) – Diego, Roberto, Eduardo, Fábio e Enzo.

Grupo 3 (G3) – Gabriela⁷⁴, Gustavo, Sofia, Túlio e Vivian⁷⁴.

3.4 A dinâmica da disciplina

A disciplina Informática e Ensino utilizou o *yahoo groups*⁷⁵ para servir como meio de comunicação entre professora-pesquisadora e alunos e como apoio às atividades presenciais, sendo toda informação e todos os textos teóricos referentes a elas e ao conteúdo a ser trabalhado disponibilizados naquele ambiente virtual. Este foi utilizado também como um espaço complementar para continuidade de discussões que ocorriam na sala de aula.

A dinâmica da disciplina abordou o desenvolvimento de ações que envolviam a dinâmica indivíduo-grupo-classe, já discutida no capítulo I, que propõe integrar o sujeito ao movimento conceitual, devendo, num primeiro momento, pensar individualmente sobre a situação encontrada, para, em seguida, discutir as sínteses que elaborou em um grupo de trabalho. Este, por sua vez, elabora uma síntese a partir das reflexões de todos os seus membros e, então, é feita uma discussão com o grupo-classe para encontrar uma possível solução ou a solução mais adequada para a situação (LANNER DE MOURA et al., 2003a, b).

⁷² Vide quadro 2, p. 89.

⁷³ Os nomes adotados são fictícios para podermos preservar a identidade dos protagonistas da pesquisa.

⁷⁴ Alunas do oitavo período do curso de Licenciatura em Matemática (8LM).

⁷⁵ O leitor que desconhecer este recurso pode buscar informações em <<http://br.groups.yahoo.com>>.

Na dinâmica das aulas em estudo nesta pesquisa, aproximamo-nos também da terceira categoria de aula que pode ocorrer com a utilização de ambientes computacionais: a aula diferenciada, apresentada por Baldin (2003) e discutida no capítulo II.

Para efeito desta pesquisa e para nossa análise, a maior parte dos dados é proveniente de reflexão individual dos licenciandos, e o momento de reflexão destes em grupos é abordado, principalmente, no capítulo V.

Como parte da dinâmica da disciplina, tivemos discussão e reflexão sobre a bibliografia sugerida na ementa do curso e cada aluno foi orientado a elaborar mapas conceituais dos textos teóricos, relacionando-os com: a) inserção de novas tecnologias em ambiente escolar e seus reflexos no currículo de matemática dos Ensinos Fundamental e Médio e nos cursos de formação de professores, b) *softwares* educacionais: critérios de usabilidade e avaliações técnicas; c) calculadoras e multimídia em ambiente escolar; d) interlocuções realizadas em sala de aula.

Além dessas atividades, os alunos deveriam, como trabalho de final de disciplina, produzir, em grupos de cinco ou seis pessoas, atividades computacionais de ensino de matemática, partindo das atividades de ensino vivenciadas e exploradas em sala de aula e das discussões e das explorações de ambientes computacionais utilizadas no ensino de matemática. Tais atividades deveriam contemplar um conceito matemático e uma atividade a ser desenvolvida pelo aluno do Ensino Fundamental ou Médio em ambiente computacional, com o objetivo de levá-lo a compreender tal conceito significativamente. A proposta de visar esse objetivo nas atividades que fossem elaborar poderia possibilitar a revelação do que esses licenciandos entendiam por compreender significativamente um conceito.

3.5 Atividades de ensino propostas para vivência e exploração: implementação e desdobramentos

Na disciplina Informática e Ensino, as atividades de ensino e de pesquisa vivenciadas e exploradas pelos graduandos e selecionadas para este estudo – *(Re)significando o conceito de volume do paralelepípedo; (Re)organizando o conceito de números inteiros e (Re)construindo o conceito de função* – são aqui apresentadas com seus objetivos, nexos conceituais, duração para

desenvolvimento de cada atividade e metodologia de desenvolvimento de cada uma, na ordem cronológica de sua exploração em sala de aula⁷⁶.

Por nexos conceituais entendemos, segundo a teoria histórico-cultural, os elementos que dão fundamentos ao conceito, ou seja, elementos que permeiam o entendimento do processo de origem e desenvolvimento histórico de um conceito para posterior generalização e abstração pelo ser humano (LANNER DE MOURA et al., 2003a).

As atividades⁷⁷ selecionadas também tiveram o objetivo de oferecer aos futuros professores uma experiência de aprender a matemática de forma significativa, dinâmica e instigante e, fundamentando-nos em Beatriz D'Ambrósio (1993) acreditamos que os “futuros professores constroem seu conhecimento sobre o ensino da matemática através de suas experiências com o ensino” (p.39).

Nestas atividades temos a intenção de analisar de que modo a vivência e a exploração de atividades de ensino podem influenciar o modo de conceber e (re)pensar o ensino da matemática desses licenciandos. Supomos também que as implicações didáticas emergentes dessas vivências e elaborações e suas respectivas influências na formação docente possam esclarecer esses modos de conceber o ensino da matemática e, ao “darmos voz” aos alunos, nós os tornamos co-responsáveis pela sua formação (D'AMBRÓSIO, B., 2005).

Organizamos os dados provenientes de cada atividade, denominando-as de Atividade 1, Atividade 2 e Atividade 3, para dar melhor destaque às manifestações ou não dos movimentos de (re)significação, (re)construção, (re)organização de conceitos matemáticos. Esta opção de organização dos dados auxiliou-nos no processo de estudo das implicações didáticas que podem ou não decorrer da vivência e exploração de atividades de ensino, do tipo de influência dessas implicações para a formação inicial do professor de matemática.

3.5.1 Atividade 1 – (Re)significando o conceito de volume de paralelepípedo

Na atividade de ensino intitulada *(Re)significando o conceito de volume de paralelepípedo*⁷⁸, nosso objetivo principal consistiu em analisar a exploração do conceito de

⁷⁶ Lembramos que não é nossa intenção analisar estas atividades neste item. A análise da vivência e da exploração destas atividades será feita no capítulo IV.

⁷⁷ As atividades propostas estão destacadas em caixas de texto para que o leitor tenha maior compreensão delas.

⁷⁸ Esta atividade foi desenvolvida nos dias 12 e 19 de junho de 2006 e em cada dia foram utilizados 100 minutos.

volume do paralelepípedo. As atividades de ensino propostas para este tema foram por nós adaptadas do livro *A fração – A repartição da Terra* (LIMA; MOISÉS, 1998a) e conceitos como composição, decomposição, medida, volume (geometria espacial), área (geometria plana) são tratados em algumas atividades propostas nesse livro.

Para o conceito de volume do paralelepípedo consideramos os nexos conceituais: grandeza contínua, grandeza e unidade, quantidade de espaço ocupado por cada corpo ou objeto, capacidade, medida do espaço tridimensional.

As atividades propostas neste momento aos graduandos foram:

ATIVIDADE DE ENSINO SOBRE VOLUME

Questão 1:

Responder com suas palavras: *O que é medir?*

Questão 2:

Pegar quatro tijolos⁷⁹, fazer todas as combinações possíveis e desenhá-las em perspectiva em seus cadernos.

Questão 3:

Construir, com os seus tijolos, um tanque que tenha 6 tijolos de comprimento, 5 de largura e 3 de altura. Lembre-se que o fundo do tanque é feito com uma camada de tijolos. Em seguida, responder as questões abaixo:

- a) Se completássemos totalmente o espaço interior com tijolos, quantos deles teríamos no total?
- b) Qual o cálculo que você fez?
- c) Quantos tijolos de água poderíamos colocar no interior deste tanque?
- d) Qual o cálculo que você fez?
- e) Qual a diferença deste cálculo em relação ao anterior?

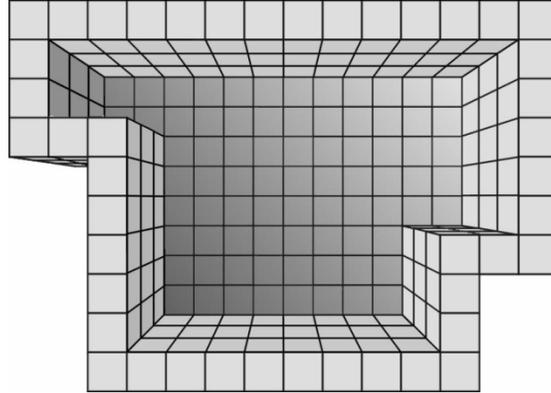
Questão 4:

Nos cálculos anteriores utilizamos como unidade de medida o tijolo; e se utilizássemos como unidade de medida apenas o comprimento da aresta do tijolo:

- f) Quantos tijolos teríamos no total, se completássemos o interior do tanque com tijolos?
- g) E quantos tijolos de água caberiam no tanque?
- h) Qual é a diferença entre os cálculos feitos com esta nova unidade de medida e com a anterior?

Questão 5:

Temos no desenho abaixo a parte interna de um tanque visto de cima, com as marcações feitas, tomando como unidade de medida a aresta do tijolo. Responder os mesmos itens da questão 4.



Questão 6:

A partir de agora, ao falarmos de medidas de um tanque, estaremos nos referindo às suas medidas internas. Calcular:

- a) O volume de água em tijolos de um tanque que possui as seguintes medidas: seis arestas do tijolo de altura, 10 arestas de comprimento e 8 de largura.
- b) Um lavrador quer construir um tanque para armazenar 720 litros de água para a sua plantação.
 - b.1) Fazer o tanque com as medidas que achar conveniente. Quais seriam elas?
 - b.2) Se o lavrador desejar que o tanque tenha 8 arestas de altura, quais poderiam ser as outras medidas?
 - b.3) Se o lavrador desejar que o tanque tenha 10 arestas de comprimento e 8 de altura, qual deve ser a largura do tanque?

Todas as atividades foram vivenciadas e discutidas pelos alunos, seguindo a dinâmica indivíduo-grupo-classe⁸⁰, tendo a professora-pesquisadora como mediadora de todo o processo.

O ponto desencadeador de nossa discussão em sala de aula foi a questão:

O que é medir?

Para o entendimento deste conceito, tivemos, num primeiro momento, explicações individuais registradas pelos alunos em seus cadernos e posteriormente transcritas em seus portfólios.

Para auxiliar os alunos na busca de definição do conceito de *medir*, procuramos intervir e oferecer uma situação na qual os licenciandos sentissem a necessidade de definir *medida* não pela simples ação de encontrar um número ao ler um instrumento de medida, como ler um

comprimento em uma régua, ler o peso indicado na balança. Estas ações significam ler números sem entender o conteúdo de medida que ele representa.

Buscamos em Lima e Moisés (1998a) referências sobre a atividade de medir o espaço tridimensional, pois nosso objetivo principal nesta atividade de ensino era permitir que o futuro professor explorasse o conceito de volume do paralelepípedo. Procurando atingir nosso objetivo, seguimos a sugestão desses autores e utilizamos o tijolo como unidade de medida do espaço nas atividades que propusemos.

Assim, como primeira atividade a ser realizada com os tijolos, propusemos aos licenciandos:

Pegar quatro tijolos, fazer todas as combinações possíveis e desenhá-las em perspectiva em seus cadernos.

Após algumas construções realizadas com tijolos e desenhadas⁸¹ em perspectiva pelos licenciandos, levantamos com o grupo-classe características similares das construções obtidas.

Feita a discussão com os alunos sobre os aspectos do conceito de medida e sobre o conceito de volume, propusemos novas situações (questões 3 e 4) que envolviam esses conceitos. Porém, para este estudo detivemo-nos à primeira atividade proposta (a da construção com quatro tijolos).

3.5.2 Atividade 2 – (Re)organizando o conceito de números inteiros

Na atividade de ensino intitulada *(Re)organizando o conceito de números inteiros*⁸², nosso objetivo principal consistiu em oferecer condições para os futuros professores entenderem a origem e o desenvolvimento do conceito de números inteiros como um movimento de contrários (LIMA; MOISÉS, 1998b). Para isso, propusemos situações que envolviam o conceito de números inteiros em “mão dupla”, cuja aprendizagem, em muitos casos, é vista como um “pensamento em mão única” (LIMA; MOISÉS, 1998b), como a mesma relação que se realiza entre “objetos concretos” e os “números naturais” e que pode ser utilizada para os números inteiros (PRADO, 2008).

Para nossas aulas em que discutiríamos números inteiros, solicitamos aos nossos alunos que, em grupos de quatro ou cinco alunos, realizassem uma pesquisa extraclasse sobre a origem

desse conceito matemático, em livros de história da matemática⁸³. Posteriormente, discutiríamos em sala de aula com o grupo todo, de forma que uns complementassem os conhecimentos dos outros, tendo os aspectos históricos permeando a discussão.

Partindo das idéias apresentadas a partir da pesquisa que realizaram, da discussão ocorrida em sala de aula com o grupo-classe e fundamentada em Lima e Moisés (1998b), para (re)organização do conceito de números inteiros propusemos as seguintes atividades⁸⁴:

ATIVIDADE DE ENSINO SOBRE NÚMEROS INTEIROS

Pensar em *mão única*

Situações que revelam um determinado modo de pensar e fazem com que nos fixemos num determinado aspecto – objeto do nosso interesse imediato (a casa para onde se está indo, o ônibus em que estamos, etc.) – esquecendo-nos de que este se encontra sempre ao lado de outro aspecto contrário.

Isso acontece porque, geralmente, somos atraídos pelas coisas que nos interessam e nos esquecemos, ou fazemos questão de esquecer, aquelas que nos afastam ou repelem. Parece que tudo no mundo se encontra a nossa disposição, ao alcance da nossa mão. É por isso que todo mundo pensa, espontaneamente, em **mão única**.

Pensamento em mão única é aquele que concebe o movimento sem oposição, acontecendo apenas num só sentido.

Como pensar numericamente em *mão dupla*?

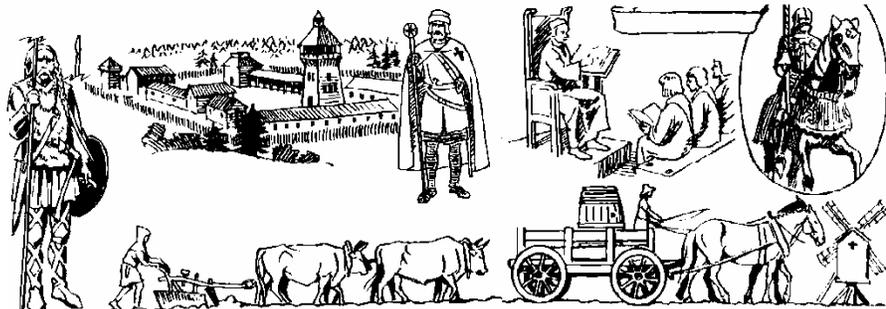
O número natural faz contagem apenas em *mão única*; mas os movimentos quantitativos ocorrem em *mão dupla*.

Temos, assim, uma contradição entre a **mão dupla** que existe em todos os movimentos quantitativos da realidade e a **mão única** que caracteriza o Conjunto dos Números Naturais.

Quanto mais a humanidade se desenvolve, mais o homem atua com os movimentos quantitativos da realidade; e quanto mais interfere nesses movimentos, mais ele sente a limitação da *mão única* numérica; mais aguda se torna a contradição acima assinalada. E, dessa forma, quanto mais desenvolvido é o trabalho humano, mais ele sente necessidade de criar o **número com mão dupla** capaz de registrar numericamente a **mão dupla** daqueles movimentos.

A economia de subsistência e a economia mercantil

Sempre que um povo, em qualquer lugar do planeta, passa da produção para consumo próprio



(**economia de subsistência**) para a produção para troca de mercado (**economia mercantil**), o trabalho humano passa a atuar intensamente com a mão dupla dos movimentos quantitativos.

É fácil observar que, ao movimentar dinheiro e estoques de produção, o homem passa a lidar, e muito, com esta dupla mão.



Questão 1:

Vamo-nos transportar até o momento da história da passagem da **economia de subsistência** para a **economia mercantil**. Logicamente nesta época o homem ainda não sabe o que é contabilidade: ele não possui livros e cadernos (e muito menos computador) para administração e controle do movimento financeiro e do estoque. Imagine só:

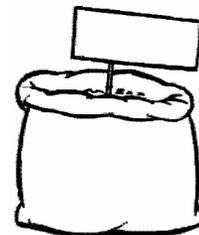
◆ Lá está Brancaloneo,



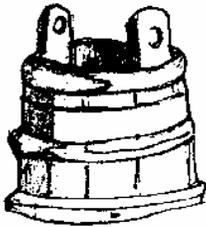
◆ atrás de um balcão,



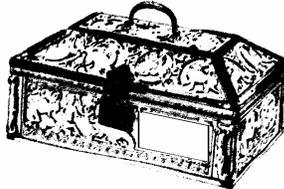
◆ com uma enorme saca para guardar arroz,



- ◆ um enorme tonel para guardar o vinho,



- ◆ e, é claro, uma pequena caixa para guardar o dinheiro.



- ◆ Brancaleone iniciou o seu negócio comercial escrevendo com palavras todo o movimento de dinheiro, de arroz e de vinho.



"Hoje, às seis horas do dia treze de outubro de mil e trezentos, sob as graças do senhor me veio vender trinta e oito quilos de arroz o mui gentil senhor de Pistóia, obrigando-me a despendar a bela quantia de seiscentos dinares de prata. Eu possuía em caixa, graças ao meu digno trabalho, um mil e oitocentos dinares de prata. Logo após quinze minutos desta transação adentra a meu estabelecimento a mui formosa senhora de Lascio de quem compro exatamente vinte litros do bom vinho tinto de sua videira, gastando, nesta transação trezentos dinares de prata. Após vinte e dois minutos faço a minha primeira venda que é ao servo do Castelo de Labria que me compra três quilos de arroz e um litro de vinho pelo que pagou setenta dinares de prata. Setenta minutos após este sucedido entra, em minha loja ..."

...E por aí foi o registro de Brancaleone.

a) O movimento na loja de Brancaleone vai aumentando. Ao invés de receber freguês de cinquenta em cinquenta minutos, passa a receber de vinte em vinte, dez em dez, cinco em cinco até que começam a se formar filas no seu balcão. É possível ele continuar com aquela forma de registro? Por quê?



b) O número natural possibilita o registro de que Brancaleone precisa? Por quê?

c) Afinal, qual é o problema numérico que Brancaleone está enfrentando?

A criação chinesa: o numeral colorido para registro dos contrários

A civilização chinesa foi a primeira a pensar o movimento real como uma luta entre contrários. Daí que, igualmente, foi a primeira a escrever numericamente os contrários.

IDENTIFICAÇÃO DO CONTRÁRIO NO NÚMERO: Se todo movimento é uma luta entre contrários, ao escrevermos qualquer número que se refira a esse movimento, esse número tem que vir com uma indicação de que contrário se trata.

Os chineses foram, portanto, os primeiros matemáticos a criar a identificação do contrário no número. Para isso eles se utilizavam das cores vermelha e preta: vermelha para os acréscimos (ou no sentido crescente) e preta para os seus contrários. Assim todos os números seriam escritos numa ou noutra cor, indicando sempre a existência do contrário, qualquer que fosse o movimento em estudo.

Questão 2:

Assim, temos o problema central da criação numérica para os contrários:

O problema do comerciante medieval ou problema de escrever numericamente os contrários: como pensar numericamente os contrários? Como escrever um número de modo a provocar o pensamento através de contrários?

I - Ler o texto a seguir:

"Um comerciante de trigo tinha um movimento muito intenso de vendas e compras. Ele precisou construir no seu depósito 10 caixas de madeira, todas com a mesma capacidade de 500 quilos, as quais procurava sempre manter cheias para fazer frente ao intenso comércio que fazia. Ordenou então a um empregado que fizesse o controle, durante o dia, num caderno, do movimento do trigo no seu depósito. No final do dia o comerciante recebeu deste seu empregado o caderno com as anotações ao lado:

90 quilos,
35 quilos,
10 quilos,
24 quilos,
60 quilos,
50 quilos,
19 quilos.

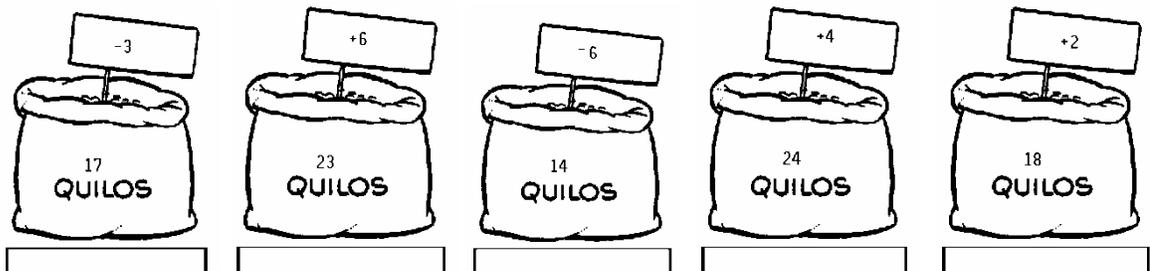
Como era de esperar, o comerciante ficou furioso com o seu empregado! Chamou-lhe e falou: "Você fez um controle que não adiantou nada! Amanhã ou você faz um controle correto, que me permita saber o que ocorreu de fato no depósito ou você será despedido!"

Escrever, utilizando o registro que os comerciantes inventaram para as quantidades contrárias, todos os movimentos de compra e venda seguinte:

Recebeu 90 quilos de trigo; em seguida mais 35 quilos; vendeu 10, 24 e 60 quilos; recebeu 50 e vendeu 19 quilos.

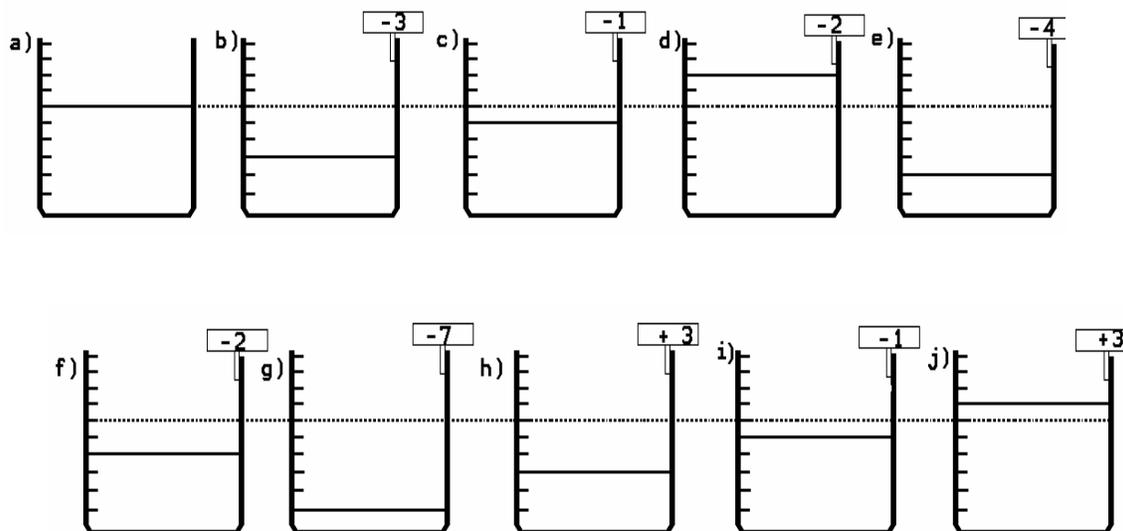
II – Nas atividades abaixo, utilize a escrita numérica dos contrários inventada pelos comerciantes medievais:

a) Um comerciante possui no seu depósito 5 sacas de feijão de 20 quilos cada. Durante a semana, ele vai retirando e colocando feijão nessas sacas, nunca se esquecendo de colocar os sinais que indicam excesso ou falta de feijão em relação à quantidade original. Nos desenhos abaixo, nós temos as 5 sacas com as respectivas quantidades, sendo que você vai verificar se estão corretas as marcações que o comerciante fez para indicar se tirou ou se colocou feijão nas sacas, corrigindo-as quando for necessário:



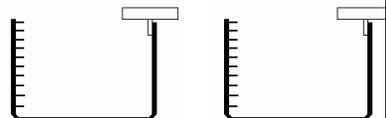
b) Um comerciante de vinho comprou 5 tonéis da bebida. Após uma semana de vendas e compras, os tonéis ficaram como está indicado no desenho abaixo, sendo que o primeiro tonel

não foi mexido. Verificar nas tabuletas dos outros tonéis se estão certos os números com os respectivos sinais que o comerciante escreveu, sabendo que cada marca no tonel representa um litro da bebida. Corrija-as, quando necessário:

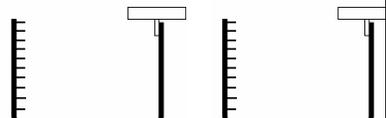


c) Um comerciante tem, no seu depósito, dois tonéis de vinho com as marcações +3 e -7. Ele transfere o vinho em excesso do primeiro tonel para o outro.

i) Desenhar nos tonéis ao lado os níveis em que se encontram os vinhos e escrever os respectivos números nas tabelas:



ii) Desenhar novamente os níveis após ele fazer a transferência, escrevendo os novos números correspondentes a cada tonel nas tabelas:



A generalização do uso da escrita numérica dos contrários

Depois que foram inventados pelos comerciantes, os sinais (+) e (-) ficaram durante muitos anos para uso exclusivo nos depósitos e armazéns. Os primeiros matemáticos que começaram a usar esses sinais foram aqueles que lidavam com a matemática comercial. Estes perceberam que, assim como era usado para indicar que faltava vinho num tonel, o sinal (-) também poderia ser usado para dinheiro em falta, isto é, para dívidas; e, da mesma forma que o sinal (+) era usado para indicar vinho em "excesso" num tonel, poderia também indicar dinheiro que entrava em caixa, isto é, dinheiro "a mais".

Questão 3:

I - Representar com a escrita numérica dos contrários o movimento dessa loja, indicando o resultado final desse movimento.

Vendeu mercadorias no valor de 3 reais, pagou uma dívida de 7 reais, vendeu novamente 8 reais em mercadorias, pagou uma conta em atraso no valor de 12 reais e vendeu novamente 3 reais em mercadorias.

II - Representar, com a escrita numérica dos contrários, o movimento de entrada e saída de água em tanques na situação abaixo, indicando o resultado final a cada item:

Um tanque é alimentado por uma torneira que despeja 8 litros por hora e possui um ralo que retira 6 litros de água por hora. O que acontecerá se:

- a) A torneira ficar aberta durante 4 horas?
- b) O ralo ficar aberto durante 7 horas?
- c) A torneira e o ralo ficarem abertos durante 3 horas?
- d) Com a torneira aberta, como estava o tanque 8 horas atrás?
- e) Com o ralo aberto, como estava o tanque 5 horas atrás?

Os alunos da disciplina resolveram as atividades seguindo a dinâmica indivíduo-grupo-classe; posteriormente, registraram suas reflexões em seus portfólios e fizemos a discussão no grupo-classe.

3.5.3 Atividade 3 – (Re)construindo o conceito de função

Na atividade de ensino intitulada *(Re)construindo o conceito de função*⁸⁵, nosso objetivo principal era propiciar aos licenciandos situações em que pudessem refletir sobre os nexos conceituais da função, sendo a variável considerada por Caraça (2000) o principal. Pretendíamos, com essa reflexão, possibilitar aos licenciandos uma “viagem ao passado” e levá-los a rever significados do conceito de função na direção do pensamento teórico deste conceito, pois este não se restringe a calcular o domínio de uma função, a aplicar leis de formação, como, muitas vezes, ocorre no Ensino Médio⁸⁶.

Em nossa pesquisa, as atividades de ensino propostas para a (re)construção do conceito de função foram as seguintes:

ATIVIDADE DE ENSINO SOBRE FUNÇÃO⁸⁷

Questão 1:

Imaginar a seguinte situação:

O viajante na floresta põe um pé diante do outro e, a cada passo, o caminho por ele vencido se acresce de uma nova porção. O trajeto guarda com o número de passos uma relação fixa e determinada.

Responder:

- Quais são as grandezas interdependentes neste movimento?
- Qual a lei obedecida por esta interdependência? Expresse-a:
 - a partir de uma frase
 - a partir da matemática simbólica
- Qual é a variável dependente e a variável independente desse movimento.

Questão 2:

Suponhamos que o viajante distraído que caminha pela floresta seja um soldado em férias, que tem no sangue a cadência constante das marchas.

- Se o comprimento do passo desse soldado vale 0,75m, como poderíamos expressar a lei que rege o seu trajeto? Por quê?
- Nesta situação, qual será o campo de variação dessa lei? Por quê?
- Construir uma tabela com o trajeto possível do soldado.
- Se não quisermos medir o trajeto pelo número de passos e sim pela relação tempo e caminho percorrido, haverá mudanças na lei que estabelecemos anteriormente? Por quê?
- E quanto ao campo de variação? Explicar.

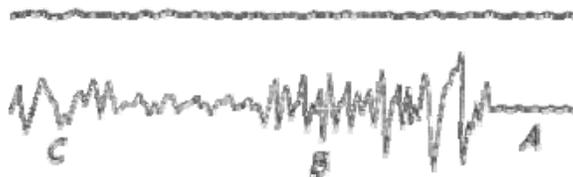
Questão 3:

O caminhante prossegue em sua marcha com velocidade constante, sem orientar o modo de andar pelo seu estado de ânimo. Suponhamos que em um segundo o homem percorra 1,5 metros; em dois segundos, 3 metros ($2 \cdot 1,5$ metros) e assim por diante:

- Como expressar a lei desse movimento?
- Qual será o campo de variação?
- Como representar esse movimento a partir de uma tabela?
- Como dispor esses dados em um gráfico?

Questão 4:

Um sismógrafo é um aparelho que registra flutuações da crosta terrestre no decorrer do tempo. Esse registro tem representação gráfica a partir da qual os especialistas podem prever perturbações como terremotos e maremotos, bem como suas intensidades:



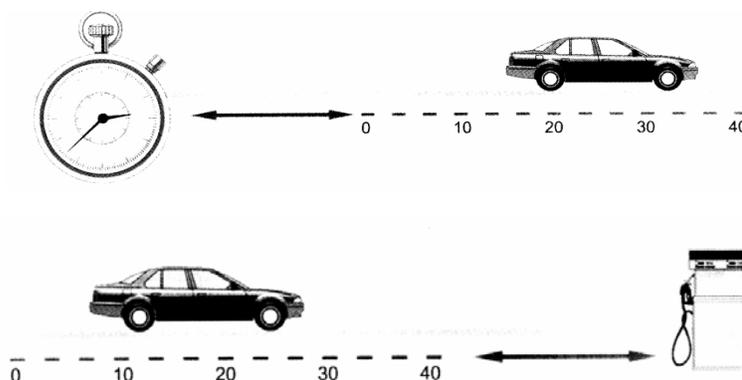
Um eletrocardiograma é um registro gráfico de tipos de batimentos cardíacos num certo intervalo de tempo. A partir desse registro o médico pode avaliar o estado do coração de seu paciente, podendo diagnosticar eventuais doenças:



- a) Definir com suas palavras o que vem a ser o gráfico de uma função.

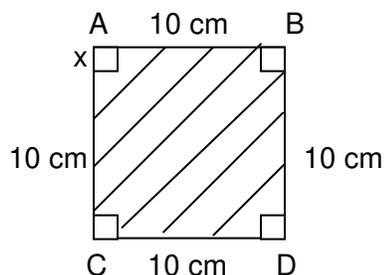
Questão 5:

Observe cada um dos movimentos representados pelas figuras abaixo, identifique as grandezas e elabore uma situação-problema que destaque apenas duas delas.



Questão 6:

Seja ABCD um quadrado de lado de medida 10 cm. Nos vértices deste quadrado, existem outros quadrados de mesmo vértice e lados que medem x cm como indica a figura abaixo:



- Calcular a área da região riscada quando $x = 1, 2, 3, 4$ cm.
- Encontrar uma fórmula para essa área
- Fazer uma tabela
- Fazer um gráfico (verifique a dependência da área)
- Responder de quanto x varia?
- De quanto varia a área?

Questão 7:

A população de uma cidade era de 750.000 habitantes no fim de 1950 e 900.000 no fim de 1960. Nessas condições⁸⁸, pergunta-se:

- Qual era a população no fim de 1970?
- Qual era a população no fim de 1998?
- Determinar uma fórmula para o crescimento P_n depois de n anos.

Questão 8:

Considerando as funções $f: \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$, $g: \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$ e $h: \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$, definidas por $f(x) = 2x + 1$, $g(x) = x^2 - x + 2$ e $h(x) = 3 - x$, determinar:

- $f \circ g$
- $g \circ f$
- $g \circ (f \circ h)$

Questão 9:

Dada a função $f: \mathbb{R} - \{-3, 1\} \rightarrow \mathbb{R}$, definida por $f(x) = \frac{3x}{x-1} - \frac{x+1}{x+3}$,

- achar $f\left(-\frac{1}{2}\right)$;
- calcular x , de modo que $f(x) = 3$

Questão 10:

Sejam as funções $h(x) = 5x - 3$ e $f(x) = -x + 5$. Encontrar os valores de x para que $f(x) > h(x)$:

- graficamente;
- algebricamente.

Para estas atividades, além do objetivo principal já enunciado, pretendíamos também permitir aos licenciandos encontrar as variáveis interdependentes do movimento, a lei obedecida por essa interdependência e expressá-la por meio de uma frase e da matemática simbólica, além de localizar a variável dependente e a variável independente do movimento.

As questões propostas seguiram a dinâmica indivíduo-grupo-classe. No primeiro momento os licenciandos, individualmente, registraram em seus cadernos suas impressões sobre as questões propostas. Seguindo a dinâmica estabelecida, os licenciandos puderam socializar, nos pequenos grupos, seus registros sobre as questões propostas; e, no terceiro momento, cada pequeno grupo pôde expor para o grupo-classe a síntese que tinha elaborado.

Nas atividades propostas, os licenciandos precisavam estudar a variação quantitativa de espaço e tempo no fenômeno de percorrer a floresta e analisar as condições físicas necessárias – o isolado conveniente (CARAÇA, 2000) – e, procurada a *regularidade* do fenômeno – a lei

quantitativa –, medir a quantidade de passos do viajante em intervalos de tempo iguais e estudar a variação desses passos.

Na atividade do viajante pela floresta, a lei de percorrer a floresta consiste na correspondência do conjunto dos tempos ao conjunto dos espaços; encontrada a lei, temos condições de criar o instrumento matemático cuja essência seja essa correspondência. O “conceito de função aparece, no campo matemático como o instrumento próprio para o estudo das leis.” (CARAÇA, 2000, p.121). Este instrumento faz-se importante, pois

queremos encontrar regularidades nos movimentos da vida para que possamos elaborar generalizações. Queremos criar fórmulas gerais para tentarmos compreender os diversos movimentos do mundo. Só conseguimos elaborar essas fórmulas quando conseguimos apreender movimentos regulares que se apresentam nos fenômenos da vida (LANNER DE MOURA; SOUSA, 2005, p.33-4).

Para que o entendimento do conceito de função ocorresse, procuramos oferecer aos licenciandos discussões teóricas que trouxessem à tona os nexos conceituais deste conceito que, fundamentando-nos em Caraça (2000) e Aleksandrov et al. (1988), definimos como: variável, dependência, regularidade e generalização. Estes autores foram os teóricos que nos auxiliaram na discussão realizada na disciplina Informática e Ensino. Caraça (2000) pontua que a noção de **variável** é das mais difíceis para os alunos. É um número que, sem coincidir individualmente com nenhum dos números de um intervalo, é susceptível de representar a todos.

As idéias aqui apresentadas pretendem situar e fundamentar teoricamente os objetivos das três atividades selecionadas para nossa análise — que fazemos no capítulo IV — sobre os momentos de vivência das atividades de ensino pelos protagonistas desta pesquisa.

3.6 Sobre a construção do percurso de análise

O trabalho de campo estava realizado. O material obtido parecia organizado. Muitas páginas e arquivos em CDs, lidos. E agora? Como dar continuidade ao nosso trabalho? Como tornar explícitos os momentos vividos durante a disciplina Informática e Ensino e o processo de formação dos licenciandos? Estas eram apenas algumas das dúvidas que nos afligiam nessa etapa da pesquisa.

Aos poucos, fomos relendo, reorganizando todo o material produzido pelos licenciandos, deixando-nos invadir pelas impressões, emoções, lembranças, percepções, sensações e tentando dar o nosso significado, recorrendo a teóricos, para todo o trabalho realizado até então.

Fizemos anotações e tabelas. Procuramos encontrar elementos semelhantes e discrepantes. Partimos para o reconhecimento dos momentos em que as atividades de ensino vivenciadas e as atividades computacionais de ensino produzidas se tornaram significativas e possibilitaram alguma implicação didática para a formação dos licenciandos.

Nesse intento, identificamos *a priori*⁸⁹ (FIORENTINI; LORENZATO, 2006) categorias contendo informações recorrentes e interessantes ao nosso estudo em **dois momentos** distintos, porém inter-relacionados. No **primeiro**, durante a vivência e a exploração das atividades de ensino de matemática pelos licenciandos, elegemos duas categorias: *(re)significação conceitual* e *significação da futura prática pedagógica*; no **segundo** momento, durante a produção das atividades computacionais de ensino de matemática pelos licenciandos encontramos outras duas categorias: *interação social e mediação pedagógica em ambiente computacional* e, a outra, *necessidade – motivo/objetivo* (Figura 4).

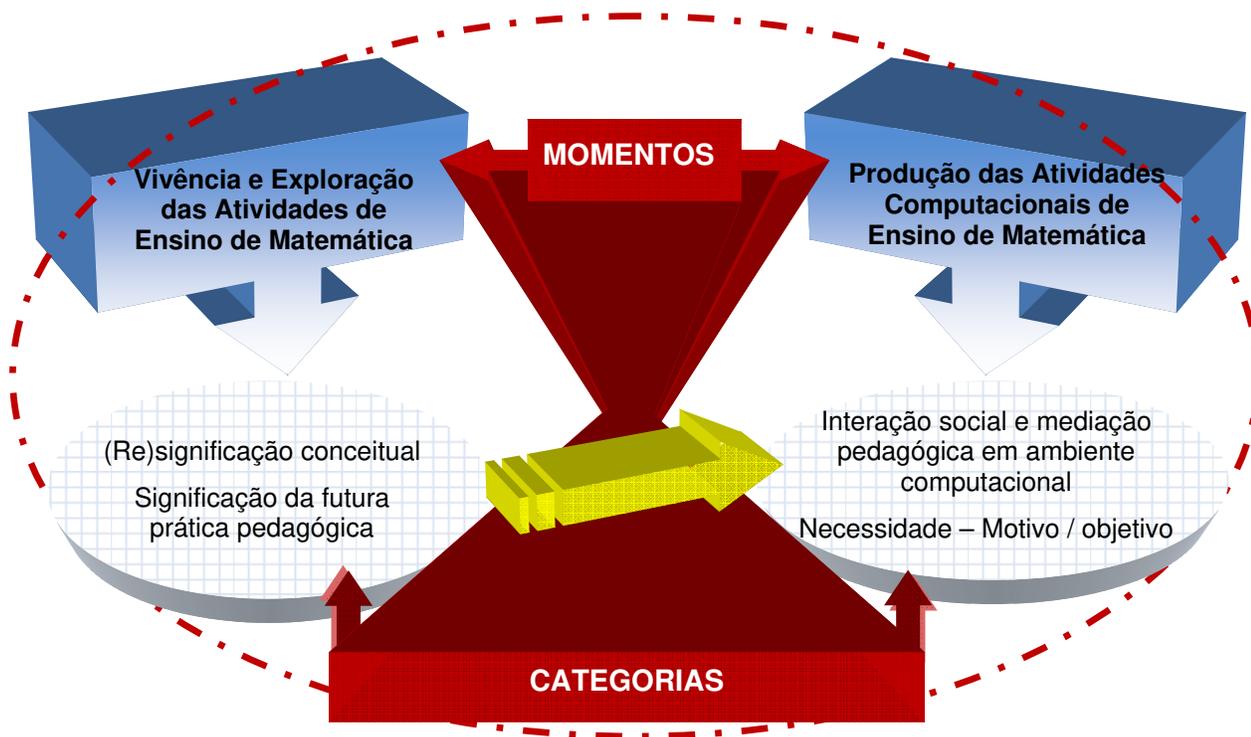


Fig. 4 – Categorias estabelecidas *a priori*

Definimos como categorias estabelecidas *a priori*, retiradas da Teoria da Atividade, em que são indicadas como *necessidade - motivo/objetivo e interação social*; e *mediação pedagógica*, que compõe a Teoria Histórico-Cultural de ensino e aprendizagem. Isso ocorreu pelo fato de termos programado as atividades de pesquisa e formação segundo a Teoria da Atividade. A atividade de ensino, de acordo com essa teoria, é intencionalmente programada para que os alunos se motivem e tenham um objetivo para aprender. No entanto, não temos como garantir que aconteça exatamente o que planejamos durante a pesquisa: não se pode esperar uma resposta direta e imediata dos protagonistas aos objetivos de nosso planejamento de pesquisa. Dessa forma, esta investigação pretende mostrar como se manifestam, por exemplo: o motivo, a interação social, a mediação pedagógica; ou se não se manifestam dentro das condições didáticas planejadas; e fazer conjecturas sobre a manifestação ou a ausência delas.

Para a análise do momento de vivência das atividades de ensino destacamos *a priori* as categorias *(re)significação conceitual e significação da futura prática pedagógica*.

Na categoria intitulada *(re)significação conceitual*, pretendemos identificar situações em que os licenciandos *(re)significassem* conceitos matemáticos “vistos”, “aprendidos” nos Ensinos Fundamental ou Médio. Isto é, um processo em que o licenciando estabelecesse relações próprias com a matéria de estudo, realizando outras incursões sobre ela e atribuindo sentidos próprios àquilo que estuda. O termo *(re)significação* foi usado, nesta pesquisa, no sentido de troca de aprendizagem com o outro, como um processo de produção de (novos) significados e (novas) interpretações sobre conhecimentos já “aprendidos”. O processo de *(re)significação conceitual*, nesta pesquisa, “acontece pelo próprio processo de compartilhamento e de construção coletiva” (ESPINOSA, 2005, p.159), em que o licenciando vivencia ora a posição de aluno ora a perspectiva de professor, durante a exploração e a análise das atividades de ensino propostas.

Com a categoria *significação da futura prática pedagógica* buscamos identificar implicações didáticas propiciadas pelas atividades vivenciadas e exploradas, para que os licenciandos se preocupassem em refletir sobre a postura que desejam desenvolver em sua vida profissional e sobre as atividades que pretendem oferecer aos futuros alunos, de modo a possibilitar-lhes o desenvolvimento e o entendimento de conceitos matemáticos. Nesta pesquisa, assumimos o conceito de significação, respaldando-nos em Leontiev (1978), que o define como

o reflexo da realidade independente da relação individual ou pessoal do homem a esta. O homem encontra um sistema de significações pronto, elaborado historicamente, e

apropria-se dele tal como se apropria de um instrumento, esse precursor material da significação. O fato propriamente psicológico, o fato da minha vida, é que eu me aproprie ou não de uma dada significação, em que grau eu a assimilo e também o que ela se torna para mim, para minha personalidade; este último elemento depende do sentido subjetivo e pessoal que esta significação tenha para mim (p.96).

Não pretendemos afirmar que esses futuros professores assumirão, na prática, a postura que estariam mostrando no decorrer desta pesquisa, mas acreditamos que, a partir desta experiência, terão condições ou não de vislumbrar novas maneiras de entender o ensino da matemática. Este nosso entendimento decorre de acreditarmos que a partir de experiências vividas o indivíduo adquire ou melhora ou não seus conhecimentos (MARCELO GARCIA, 1999). Além disso, formar-se e constituir-se profissional é “um processo sempre inacabado” (FIORENTINI et al., 2002, p.159).

Para a análise das produções das atividades computacionais de ensino de matemática, elegemos outras duas categorias: *necessidade - motivo/objetivo* e *interação social e mediação pedagógica em ambiente computacional*.

Na categoria intitulada *necessidade - motivo/objetivo*, nosso olhar voltou-se para entendermos como o futuro professor, a partir de possíveis (re)significações de conceitos para si, tem nestas um motivo, uma intenção para reelaborar a matemática numa perspectiva de ensino e idealizar uma proposta de atividade, em ambiente computacional, tendo presente a aprendizagem de seu futuro aluno.

Mediante a categoria *interação social e mediação pedagógica em ambiente computacional* pretendemos identificar se os licenciandos se preocupavam em inserir nas atividades situações que possibilitem o trabalho em grupo e que favoreçam a mediação do professor.

No próximo capítulo apresentaremos o estudo e a análise das informações construídas pela pesquisa em busca de explicitar, pela mediação de significados produzidos ao longo da pesquisa, a formação profissional inicial dos licenciandos para o ensino de matemática. Lembramos mais uma vez que, com o intuito de preservar a identidade dos protagonistas da pesquisa, os nomes utilizados são fictícios.

CAPÍTULO IV

Uma Análise das Atividades de Ensino de Matemática Vivenciadas por Licenciandos na Disciplina Informática e Ensino

As atividades, mediadas intencionalmente pela professora-pesquisadora, foram vivenciadas anteriormente à proposta da produção da atividade computacional de ensino e independentemente dos ambientes computacionais. Para esse momento, tínhamos como objetivos oferecer aos licenciandos situações nas quais pudessem (re)significar conceitos matemáticos “vistos” nos Ensinos Fundamental e Médio e buscar e identificar elementos que servissem de referência para a produção das próprias atividades em ambiente computacional com esse mesmo objetivo para seus futuros alunos.

Para a construção de nossa análise, tomamos por fundamento, como já definimos no capítulo I, a teoria do conhecimento histórico-cultural desenvolvida por Vigotski, Leontiev e Davydov, que aborda a importância de gerar **uma necessidade** no indivíduo e **um motivo pessoal** para aprender. Segundo estes autores, a presença desses dois aspectos nas ações dos indivíduos é demonstrativa de que eles se encontram em atividade, se encontram envolvidos psicologicamente numa finalidade. E, para efeitos de pesquisa, consideramos que, se o aluno, ao desenvolver atividades em sala de aula, é colocado pelo planejamento do professor em condições favoráveis para que tenha um envolvimento ativo — ou seja, se tiver uma necessidade e um motivo pessoal para participar dessas atividades —, ele pode se encontrar em condições facilitadoras para aprender. No caso específico desta pesquisa, consideramos um aspecto do

aprender: o de (re)significar conceitos matemáticos com vistas à significação da futura prática pedagógica durante o processo de formar-se.

A esse processo de formar-se Davydov (1988) denomina de *atividade de estudo e profissional*, pela qual

se desenvolvem a necessidade de trabalhar, os interesses profissionais, começam a formar-se as atitudes investigativas, a capacidade de construir planos vitais, as qualidades ideológico-morais e cívicas e uma concepção estável de mundo; nesta idade meninas e meninos adquirem sua primeira qualificação em alguma profissão⁹⁰ (p.75).

Este autor afirma que nesse tipo de atividade os graduandos demonstram interesses profissionais e começam a desenvolver atitudes investigativas e a (re)avaliar, a (re)significar conceitos tidos como prontos e acabados.

Apresentamos, a seguir, as análises das atividades de ensino vivenciadas pelos licenciandos dos sétimo e oitavo períodos do curso de Licenciatura em Matemática da Universidade Federal de Uberlândia (MG). Para viabilizar a análise e o processo de leitura e compreensão do leitor, optamos por organizar este capítulo da seguinte forma: breve síntese das categorias⁹¹ definidas *a priori* e análise das informações segundo as categorias elencadas.

4.1 Breve síntese das categorias definidas *a priori*

(Re)significação conceitual. Nesta categoria identificamos situações em que os licenciandos puderam (re)significar conceitos matemáticos “vistos”, “aprendidos” no Ensino Fundamental ou Médio por meio da vivência de atividades de ensino com uma abordagem histórica, vivenciando ora a posição de aluno, ora a perspectiva de professor durante a exploração, a análise e a discussão das atividades propostas.

Significação da futura prática pedagógica. Para esta categoria identificamos implicações didáticas que as atividades vivenciadas propiciaram para que os licenciandos se preocupassem em refletir sobre a postura pedagógica que desejam desenvolver em sua vida profissional; e as atividades que poderão oferecer aos futuros alunos, de modo a possibilitar-lhes a construção e o desenvolvimento de conceitos matemáticos.

4.1.1 Análise da vivência de atividades de ensino de matemática com referência na categoria *(Re)significação conceitual*

Onde nasce o significado? Os objetos têm significado em si? O conceito matemático, quando não é acessado por alguém, tem significado? Conseguimos aprender alguma coisa sem que lhe atribuamos significado? Em que consiste, então, atribuir significado ao já aprendido?

Segundo Lanner de Moura et al. (2003a),

a simples existência objetiva dos conceitos matemáticos não determina a sua existência no nosso subjetivo, do mesmo modo que o simples fato de lidarmos com um eletrodoméstico qualquer - uma televisão, um aspirador de pó etc. - não nos torna pensadores em eletrônica. Assim, podemos conjecturar sobre a existência de um espaço vazio de compreensão entre a manipulação mecânica e cotidiana de um conceito e a sua (re)criação subjetiva. [...] É de se pensar que quanto mais intensificamos a prática mecânica, mais o conceito que a embasa torna-se invisível ao pensamento (p.2).

Quando esses autores referem-se à prática mecânica, entendemos que em uma atividade mecânica basta a simples repetição de fórmulas, não havendo necessidade de criação e de pensamento teórico (DAVYDOV, 1988) presentes.

O momento de vivência e exploração das atividades de ensino foi um momento de ruptura com o pensamento empírico (DAVYDOV, 1988) para os protagonistas desta investigação, pois passaram a entender as origens históricas de alguns conceitos. Passaram a dar significados próprios a conceitos matemáticos aprendidos nos Ensinos Fundamental e Médio, como podemos depreender do depoimento que segue:

Atualmente os alunos do Ensino Fundamental ou Médio (e também nós aqui na faculdade!!) sabem resolver o algoritmo, aplicar uma fórmula, mas não compreendem o que estão fazendo. E esta atividade de ensino⁹² mostra que é possível aprender com compreensão e significado, tendo a mediação do professor (Marina, 7LM, depoimento audiogravado, 21/06/06).

Analisando o que dizem os protagonistas desta pesquisa, vamos construindo algumas respostas às perguntas lançadas no início deste item. Lembramos que são estudantes do curso de Matemática e, além da matemática aprendida ao longo de suas vidas escolares estão aprendendo a matemática “dita superior”. Enquanto as atividades que propomos para a pesquisa necessitam de conceitos mais elementares, eles lidam diariamente nas disciplinas do curso com conceitos mais complexos. No entanto, tivemos a oportunidade de destacar momentos em que os protagonistas se manifestam admirados e perplexos diante das novas descobertas; novas compreensões que se

surpreendem ter dos conceitos mais simples, como o de volume, números inteiros e função. O conceito tem amplitude que não se limita a uma fórmula, e arriscamos a inferir que os protagonistas desta investigação perceberam este fato:

A discussão sobre "o que é medir" despertou algo que jamais havíamos pensado: o significado da palavra medir. Todos nós sabemos medir, mas dizer o que isto significa, nunca havia ocorrido (Túlio, 7LM, portfólio, 19/06/06).

Eu visualizei melhor o significado da fórmula do volume, pois foi um exercício simples, mas que despertou meu interesse na compreensão do conceito de volume e as diferentes formas para calculá-lo (Denise, 7LM, portfólio, 19/06/06).

É muito interessante ver o conceito de volume desta forma porque quando tenho que calculá-lo me vem na mente a fórmula e não o conceito. E creio que isso acontece com a maioria dos alunos (Marina, 7LM, portfólio, 19/06/06).

A priori, a atividade pode parecer enfadonha, porém, à medida que o aluno entende as dificuldades vivenciadas pelo comerciante e seus desdobramentos para superá-las, o aluno passa a compreender a importância dos conceitos matemáticos empregados no dia-a-dia (Gabriela, 8LM, portfólio, 31/07/06).

As atividades nos mostraram que podemos relacionar função com várias situações do cotidiano, e isso, com certeza facilita o ensino e a aprendizagem do conteúdo de função. Tudo isso que percebi ficou mais claro com a história dos passos, e criar uma função que represente os passos dados. Isso reforça a relação dos conteúdos matemáticos como função com as situações vividas no cotidiano. Mais uma vez fica a idéia de que ensinar um conteúdo matemático a partir de uma história da vida real ou um movimento corporal prende a atenção do aluno e desperta o interesse dele para aprender o conteúdo (Tales, 2CM, portfólio, 29/08/2006).

Parece-nos que o fato de não limitar o conceito a uma fórmula nunca havia sido pensado por estes licenciandos durante todo o processo de aprendizagem escolar matemática. A simples pergunta “o que é medir?” remete os licenciandos a lembrar significados ou a construir significados novos; ou, ainda, a (re)significar aqueles aprendidos durante a vida escolar. Para esses alunos do curso de Matemática, esta pergunta pode parecer, inicialmente, sem efeito, não impactante, muito elementar, pois lidam com conceitos complexos de medida na integralização. Talvez, justamente, por solicitar-lhes pensar sobre, ato quase ausente nas listas de exercícios que

lhes cabe resolver, a pergunta não se apresenta a eles de forma trivial, mas ao contrário, interessante:

Cada vez mais me sinto surpreendida nas aulas de Informática e Ensino. Hoje, por exemplo, começamos nossa dinâmica com uma pergunta relativamente boba - O que é medir? -, porém respondê-la não foi tão simples assim, sabemos o que significa medir, só que expressar isso verbalmente ou por escrito se torna um pouco complicado (Giovana, 2CM, portfólio, 12/06/06).

Alguns alunos reproduzem uma significação para “o medir”, mas podemos perguntar se eles estão satisfeitos com suas explicações, quando encontramos na fala de Marina que *medir poderia ser....*, ou seja, um condicional que indica não ter ela muita certeza de sua explicação:

Respondi que medir poderia ser uma forma de calcular uma certa distância entre uma coisa e outra, tomando como referência algo com um tamanho já pré-definido, como exemplo uma régua (Marina, 7LM, portfólio, 12/06/06, grifo nosso)

Expressões como *uma forma de calcular uma certa distância*, utilizada por Marina, e *a forma de saber o tamanho*, utilizada por Talita, a seguir, revelam-nos uma ação de medir e não o conceito de medir:

Para mim, medir é a forma de saber o tamanho, a dimensão de objetos e extensões usando unidades de medir que pode ser qualquer objeto que adotamos (Talita, 2CM, portfólio, 12/06/06).

Esse fato vem ao encontro das palavras de Vigotski (1991), quando, ao tratar da capacidade dos adolescentes de formar conceitos e de defini-los, afirma:

O adolescente formará e utilizará um conceito com muita propriedade numa situação concreta, mas achará estranhamente difícil expressar esse conceito em palavras, e a definição verbal será, na maioria dos casos, muito mais limitada do que seria de esperar a partir do modo como utilizou o conceito. A mesma discrepância também ocorre no pensamento dos adultos, mesmo em níveis muito avançados (p.69).

Ao serem solicitados que, em grupos, interagissem e buscassem um consenso para a definição de medir, os graduandos defendem:

Chegamos à conclusão que medir é uma forma de demonstrar o tamanho de objetos ou espaços usando uma unidade de medida que pode ser determinada de acordo com o objeto ou espaço a ser medido (Grupo DS, depoimento audiogravado, 19/06/06).

Decidimos que medir é achar o comprimento de objetos com outros objetos, utilizando uma unidade (Grupo S, depoimento audiogravado, 19/06/06).

Mesmo com a socialização das idéias individuais no pequeno grupo, parece-nos que os graduandos não conseguiam conceituar *medir*. Estes estudantes expressaram e demonstraram, tanto verbalmente quanto no registro em seus portfólios, a surpresa ao perceber a necessidade de saber explicar um conceito, para que, futuramente, possam propiciar essa vivência e um melhor entendimento de conceitos matemáticos para seus futuros alunos. Entendemos que ter o conceito pronto não significa entendê-lo a ponto de conseguir explicá-lo a si mesmo; e tentar explicar ao outro um conceito é uma forma de melhorar o próprio entendimento desse conceito.

Na atividade de ensino que envolvia o conceito de volume, conforme íamos desenvolvendo-as verificava que se nos desprendermos um pouco das fórmulas, dos algoritmos a Matemática se torna mais fácil e gostosa de trabalhar. Percebi também que preciso saber explicar um conceito para mim mesma para poder explicá-lo a um aluno (Giovana, 2CM, portfólio, 19/06/06).

Esses alunos sabem medir, sabem calcular o volume de um sólido geométrico e, com mais certeza, de um paralelepípedo. Ainda no Ensino Médio fizeram muitas medições e muitos cálculos de volume. Mas é exatamente neste fato que reside a sua surpresa diante de um outro entendimento que não tira nada do anterior, mas acrescenta, o que os leva a afirmar: *eu visualizei melhor o significado da fórmula do volume* (Denise, 7LM, portfólio, 19/06/06). Uma imagem mais nítida do que a anterior lhe ocorre, ao mesmo tempo que lhe desperta o interesse em compreender o conceito de volume. Denise sabia a fórmula, sabia usá-la para calcular volume, mas nada disso significava para ela compreender, dominar o conceito de volume.

Essa nova imagem do conceito, que parece satisfazê-la mais do que a que tinha anteriormente, envolve a aluna no processo de formar-se, ao desenvolver a atividade proposta. Há um elemento pedagógico da atividade que possibilitou essa nova relação com o conceito e que é apontado por outro aluno como sendo o pensar sobre o conceito e não somente utilizá-lo como

fórmula. As expressões “visualizar melhor o significado do conceito” e “ver conceito desta forma” denotam terem atribuído novas imagens ao conceito, novos significados. É o caso de pensar que o ensino de matemática que tiveram foi intenso em relação à prática mecânica e que o conceito, que deveria ter sido fortemente discutido, tornou-se invisível ao pensamento (LANNER DE MOURA et al., 2003a). Chama a atenção, também, o fato de que usam expressões que evocam imagem para o conceito de volume. Será que isso ocorre por se tratar de objetos geométricos?

Historicamente, a criação da medição veio da comparação direta entre objetos. Esta “é a mais simples forma de medição que o homem criou e se baseia no manuseio de objetos que vão ser combinados e sua superposição observada” (LIMA; MOISÉS, 1998a, p.53). Além disso, os objetos inicialmente utilizados pelo homem eram naturais – folhas e animais –, passando posteriormente, a artificiais, criados pelo homem: o palmo, o passo, o cúbito, a légua, o metro. Em outras palavras, o homem cria, mentalmente, uma unidade que utilizará para contar quantidades não organizadas em unidades naturais (LIMA; MOISÉS, 1998a).

Fundamentando a idéia de medição de Lima e Moisés (1998a), encontramos Caraça (2000), que define que, para medir, são necessárias três fases e três aspectos distintos: “**escolha** da unidade; **comparação** com a unidade; **expressão** do resultado dessa comparação por um número” (p.30, autoria dos grifos).

O que fica mais nítido em nossa compreensão é motivo de maior propriedade sobre o objeto, mais versatilidade com ele e, como nos diz Denise em seu portfólio⁹³, possibilita compreender “as diferentes fórmulas para calcular”. O entendimento de que não basta conhecer uma fórmula de um conteúdo a ser levado para a sala de aula; de que o ensino da matemática via conceitos expressos na linguagem formal desobriga a dimensão criativa do pensamento parece que foi compreendido por estes estudantes:

Estas atividades foram diferentes do normal, ou melhor, do que é ensinado normalmente na maioria das escolas e que me foi ensinado. Essas atividades encaminham o aluno a desenvolver definições de funções, a pensar no que vem a ser uma função, o que ela representa, além de fazer pensar quais eram as variáveis dependentes e livres de uma função (Milena, 2CM, depoimento audiogravado, 01/08/06).

Quando começamos a debater sobre as questões e a falar sobre o ensino de funções, por mais incrível que pareça, me assustei pelo grande número de

colegas que como eu, aprenderam função sem ter as noções básicas necessárias para este tema (Bernardo, 2CM, portfólio, 01/08/06).

Estudar uma situação e a partir dessa criar a sua função é muito importante para qualquer aluno, pois analisar uma história e criar sua função ajuda a entender melhor o conteúdo (Tales, 2CM, portfólio, 30/08/06).

Qual seria o motivo de tanta surpresa ao compreender novos significados para temas aparentemente simples? Talvez possamos encontrar uma resposta nas reflexões dos próprios alunos, como a que segue:

no Ensino Fundamental e Médio, não gostei muito de estudar funções. Não entendia muito bem o conceito e não dava a ele o devido valor. Só depois que entrei no curso de Engenharia Elétrica percebi que tudo o que precisava resolver podia ser expresso por meio de uma relação ou função. Naquela época, me coloquei a pensar como é que eu havia enveredado em exatas sem compreender o básico. Conceitos básicos para compreender função, tais como dependência, variável, regularidade, generalização (conceitos que hoje domino e trabalho com naturalidade), eram quase que totalmente estranhos para mim. Eu apenas conhecia e me dava bem com os conceitos de variável e dependência (Wagner, 2CM, depoimento audiogravado, 01/08/06).

Os “conceitos básicos”, que chamamos de nexos do conceito de função, quando vivenciados e discutidos no momento de exploração das atividades, parecem ter contribuído para o (re)significar tal conceito e indicar a importância do desenvolvimento conceitual para o ensino de matemática. Pela vivência da atividade de ensino que propunha a situação-problema do soldado caminhando pela floresta e tratou especificamente dos nexos conceituais da função – variável, dependência, regularidade e generalização –, parece-nos que puderam atribuir significado a esses nexos, de modo que vieram a fazer parte de suas reflexões e dos depoimentos em aula.

Assim como na situação inicial proposta para a atividade que intitulamos de *(Re)significando o conceito de volume de paralelepípedo*, as três primeiras atividades de ensino sobre funções⁹⁴ também foram consideradas simples, elementares, pelos licenciandos. Porém, em suas reflexões parecem demonstrar certo equívoco:

Quando discutimos as atividades de ensino sobre função vimos que as primeiras situações eram mais difíceis e precisavam pensar mais. Isto nos

levou a perceber que até hoje só nos ensinaram a aplicar fórmulas, inclusive aqui na Universidade (Maria, 2CM, portfólio, set/06).

Na minha experiência como estudante dos ensinamentos fundamental e médio, sempre me deparei, quando lidava com funções, com uma linguagem extremamente técnica e formal, que não dava margem para que os alunos relacionassem o que aprendiam na escola com sua vida prática, não era preciso pensar em como fazer, mas apenas saber fazer, saber aplicar uma fórmula (Danilo, 2CM, portfólio, 21/08/06).

Parece-nos que o pensamento de já ter cursado disciplinas que envolvem o tema funções lhes garante a habilidade de solucionar qualquer situação, desde que seja apresentada sempre no mesmo formato, como ocorre muitas vezes no ensino da matemática, em geral. No entanto, as situações às quais a aluna Maria se refere eram situações em que não estavam formalizadas as operações que deveriam ser utilizadas para sua resolução, fazendo-os pensar, como percebemos na fala que segue:

Eu aprendi muito sobre funções a partir das atividades que você propôs que tem situações da nossa vida e situações que envolvem movimentos, percebi que o conteúdo de funções é muito mais amplo do que eu imaginava (Maria, 2CM, depoimento audiogravado, 21/08/06).

O processo de (re)significar conceitos é acompanhado de satisfação, prazer e emoção, como podemos depreender das falas que seguem:

Gostei imensamente da forma que revisamos esses conceitos nessa aula, e desejo muito que tivesse tido a oportunidade de tê-los conhecido (aprendido) na primeira vez que tive contato com funções (Wagner, 2CM, depoimento audiogravado, 01/08/06).

Se eu soubesse desses nexos conceituais sobre funções antes de planejar minha aula para o estágio, que até procurei elaborar com muito cuidado e carinho, tenho certeza que os alunos teriam compreendido melhor a idéia de função (Ana, 3CM, depoimento audiogravado, 01/08/06).

A satisfação é tamanha que podemos entender a (re)significação do conceito por Ana em dois níveis: uma nova compreensão do conceito; e nova maneira de saber ensiná-lo. O outro aluno – Wagner – reconhece que precisou passar pelo curso de Engenharia Elétrica (e depois se

transferir para o curso de Matemática) para, quem sabe, “a duras penas”, entender o conteúdo de função. Mesmo assim alega que desconhecia o “básico” para compreender esse conceito. Este aluno mostrava-se bastante resistente a qualquer abordagem da matemática que não fosse cálculos e resolução de problemas com o enfoque do Ensino Superior. Diante desse fato e de seu depoimento, podemos dizer que ele pôde (re)significar o conceito de função para si mesmo. Quando se valoriza e enfatiza a forma gráfica e analítica do estudo de função, não se proporciona aos alunos imaginar, filosofar, pensar sobre conceitos matemáticos.

Representar função em palavras, oralmente ou por escrito é muito complicado. Estabelecer leis de formação desta forma é meio complicado para quem está acostumado a enxergar as funções de modo gráfico ou analítico, ou seja, através de expressões matemáticas. Até hoje acho que eu confundia o conceito de função com o procedimento que leva ao seu estudo. Sinceramente, nesta atividade me senti como um peixe fora d'água (Marina, 7LM, portfólio, 30/08/06).

A vivência de situações que não exigem operacionalização direta de um conteúdo torna-se difícil e assustadora para esses estudantes cuja vida escolar, incluindo o Ensino Superior pelo qual estão passando, parece ser o contraponto mecânico ao modo mais reflexivo de aprender os conceitos que é proposto nesta disciplina, foco desta pesquisa. Serem solicitados a escrever uma lei de formação para um dado movimento os faz sentir como “um peixe fora d’água”. O registro “não matemático” é o problema para esses alunos e gera a necessidade de saber como escrever — não de forma gráfica ou analítica — uma lei de formação. Julgamos que o desenvolvimento dos nexos conceituais por meio de atividades de ensino ligadas ao dia-a-dia e que envolvam as diversas formas de representar funções (verbal⁹⁵, gráfica⁹⁶, algébrica ou analítica⁹⁷) pode facilitar a idéia de flexibilidade de pensamento (SOUSA, 2004) na passagem de uma representação a outra, favorecendo a construção deste conceito.

Estes estudantes demonstram-nos que durante todo o Ensino Médio trabalharam com tal conteúdo sem compreender conceitualmente o que significava. Supomos, portanto, que se tiveram, foi apenas uma abordagem empírica dos conhecimentos matemáticos, como explica Davydov (1982), e que pode ser inferida das reflexões que seguem:

Eu encontrei dificuldades para fazer as atividades sobre funções, pois elas exigiam abstração e raciocínio. Isso mostra que quando estudei este

conceito anteriormente não aprendi a pensar nas situações que envolvem movimento e do dia-a-dia (Paula, 7LM, depoimento audiogravado, 30/08/06).

A atividade de ensino sobre função foi muito difícil para mim. Em minha opinião os exercícios propostos não foram bem claros, então foi complicado entender o que estava pedindo. Mesmo assim pude perceber, por essas atividades, que o conceito de função foi sendo formulado por nós mesmos durante a execução das atividades, ou seja, os próprios alunos produziram o seu conhecimento. Isto, em minha opinião, é um grande passo, pois o aluno ao invés de pegar tudo pronto e acabado do professor, constrói, relativamente ao seu modo de pensar, os conceitos de que precisa. E, assim não serão necessárias "decorebas", já que o conteúdo estará bem entendido pelos os alunos (Manuela, 7LM, portfólio, 21/08/06).

A relação formal com a matemática, à qual foram submetidos em suas vidas escolares, parece ter exigido pouca ou nenhuma reflexão sobre a relação desses conceitos com um nível de compreensão que poderiam ter de si mesmos e da realidade que os cercava enquanto aprendiam. Tal relação leva-os até a dizer que “os exercícios propostos não foram bem claros”, bem formulados. Apesar de acreditar que as atividades estavam mal formuladas, Manuela afirma perceber que elas proporcionam a construção do conhecimento pelo próprio aluno, segundo o “seu modo de pensar”. Talvez a dificuldade encontrada por Manuela se deva ao fato de seu ensino escolar ter deixado de instigar o desenvolvimento de seu potencial criativo no sentido da (re)criação do conceito com significados próprios, mobilizando suas sensações e percepções (KOPNIN, 1978) para o desenvolvimento de novas relações conceituais.

Aprender matemática por meio de atividades de ensino em que a idéia de movimento esteja presente e que o aluno possa entender conceitos matemáticos com interesse e prazer e não apenas decorando “*macetes*” parece-nos não ter sido a prática adotada para a formação destes alunos ao longo dos Ensinos Fundamental, Médio e Superior.

As atividades vivenciadas nesta pesquisa podem ser entendidas como um recurso oferecido aos graduandos para (re)significar seus conhecimentos, ampliá-los e até mesmo modificá-los. Alguns alunos afirmam que, no momento de elaborar individualmente suas respostas para as atividades propostas, elas lhes pareciam ser triviais, desprovidas de desafios para um aluno do Ensino Fundamental ou Médio. Porém, assim como constatado na pesquisa de Sousa (2004), “começaram a perceber que as respostas não eram tão simples e muito menos absolutas quanto as discutidas nos pequenos grupos e passavam a compreender a importância das

mesmas no contexto da Matemática” (p.188) e perceberam a importância da existência de diferentes pontos de vistas para uma mesma questão:

Já estou quase me formando e me sinto até frustrada por pensar que deveria ter aprendido a buscar significados nas coisas que via no decorrer da minha vida acadêmica (Marina, 7LM, portfólio, 30/08/06).

A princípio, quando eu li essa atividade⁹⁸ achei ela um pouco trivial, mas com a discussão no grupo percebi que é necessário refletir em cada atividade proposta. Pensar muito bem o que cada uma está dizendo e não apenas pegar as informações e jogar numa fórmula como fizemos a vida inteira. O conteúdo abordado na atividade mostra uma maneira diferente de definir os números inteiros. Essa atividade poderá ser útil quando eu for introduzir esse conceito em uma turma de 6ª série (Nataniel, 7LM, portfólio, 31/07/06).

Alunos de todos os níveis estão acostumados a resolver exercícios prontos, encontrar uma única resposta como verdadeira e nem, ao menos, procurar entender para que serve tal conteúdo. É um exemplo claro de que na vida escolar aprendemos a decorar procedimentos e não a compreender conceitos. O não-entendimento, de forma significativa, de conceitos matemáticos e a simples aplicação de fórmulas e regras nos inúmeros exercícios, resolvendo-os mecanicamente em sua vida escolar parece-nos muito incomodar estes licenciandos:

No estudo de funções na escola, eu estava acostumado a apenas resolver funções já prontas, ou seja, a aplicar números às incógnitas e descobrir os resultados (Tales, 2CM, portfólio, 05/09/2006).

Não aprendemos conceitos no Ensino Fundamental e Médio, decoramos "macetes" para resolução de exercícios. O professor deveria mostrar para os alunos de maneira clara os conceitos, despertar o interesse e motivá-lo a ter gosto e prazer em estudar a matemática (Denise, 7LM, portfólio, 05/09/06).

A recorrência em utilizar a expressão “resolver a função” como surgida nas palavras de Tales e em muitas outras, nos leva a inferir que o ensino deste conteúdo para estes estudantes é mais um indício de que tal ensino foi baseado na abordagem empírica dos conhecimentos matemáticos (DAVYDOV, 1982). Parece-nos também que o ensino que estes graduandos tiveram reduziu o estudo de uma função ao cálculo das raízes desta função.

Sentimentos de impossibilidade e dificuldade são revelados, pois demonstram que até o momento não tiveram contato com situações em que precisavam analisar o contexto do problema para solucioná-lo. Parece estar subtendido nas reflexões acima que estes licenciandos entendem que a escola, com seus métodos mecânicos, alienou-os de sua capacidade de pensar e criar significados pessoais de suas aprendizagens. Inferimos ainda, pelas reflexões dos licenciandos, que estes não haviam parado para pensar em conceitos matemáticos. Poucos tiveram o pensamento teórico desenvolvido. Poucos tiveram a oportunidade de representar uma idéia, expor seus conhecimentos e reorganizá-los e/ou reformulá-los diante das dificuldades que podiam encontrar, elaborando ou (re)significando conceitos matemáticos.

Sobre o ensino de geometria, Nacarato e Passos (2003) defendem que este

não pode se pautar apenas na ênfase métrica ou reconhecimento das figuras geométricas, como ocorre na maioria das escolas. O processo é muito mais amplo e complexo. A conscientização e a vivência da amplitude desse processo, por parte daqueles que atuam diretamente com o ensino, poderão reverter o quadro atual de ensino da geometria (p.37)

Vivenciar as atividades de ensino trouxe surpresas, reflexões, conjecturas e novas idéias para os licenciandos:

Acho importante que o aluno busque criar suas próprias maneiras para medir um determinado objeto, seja através do palmo, uma caneta, um pedaço de corda ou fio para que seja capaz de relacioná-las às unidades de medida padrão e estabelecer a diferença entre elas. Claro que tudo isso sendo mediado pelo professor! (Paula, 7LM, depoimento audiogravado, 19/06/06).

As crianças nascem e percebem o mundo em 3D (perspectiva), então porque partir do abstrato como é feito na maioria das escolas e foi feito conosco? Ponto, reta, plano! Conceitos que nem são perceptivos (Roberto, 7LM, portfólio, 19/06/06).

A percepção destes alunos tem significado no que diz Lima (s.d.⁹⁹) de que a

criação histórica da geometria aconteceu num movimento de decomposição permanente do espaço, partindo das três dimensões, passando pelas duas até criar a primeira dimensão para, ao retornar, compor sucessivamente as três dimensões a partir dos seus elementos mais simples (p.2).

Entendemos que a criação histórica da geometria não aconteceu num movimento linear; mas em síntese, podemos entender as idéias de Lima (s.d.⁹⁹) por meio dos esquemas abaixo (Figuras 5 e 6) para o ensino da Geometria e, os discutimos com os licenciandos:

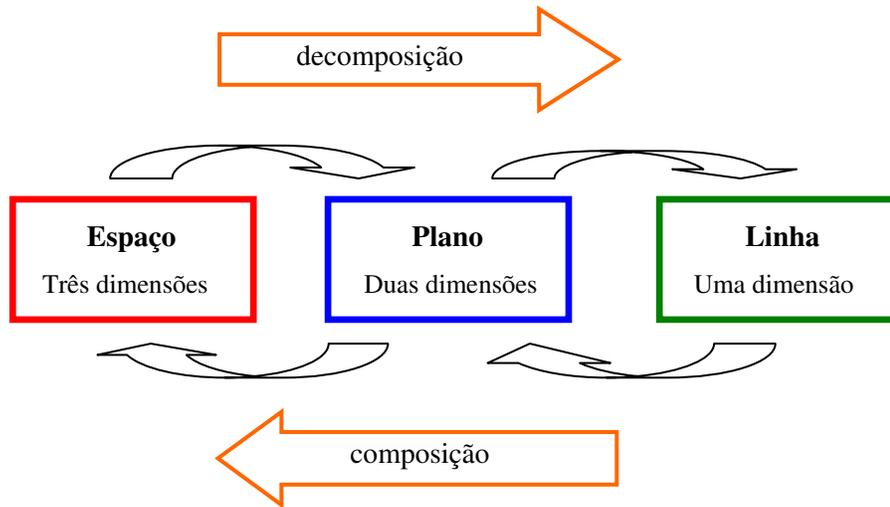


Fig. 5 – Criação histórica da geometria¹⁰⁰

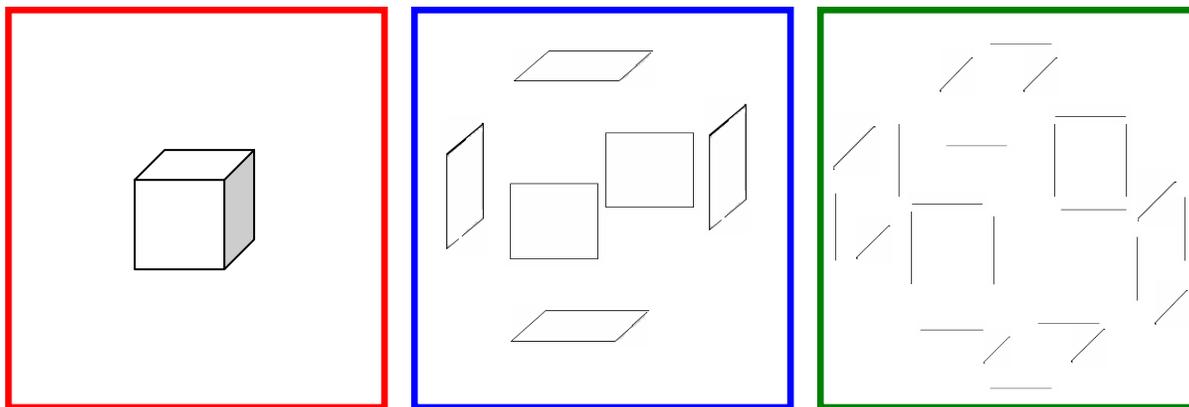


Fig. 6 – Decomposição de figuras geométricas¹⁰¹

Roberto, em sua reflexão citada anteriormente, parece reconhecer que o

espaço percebido pela criança – espaço perceptivo, em que o conhecimento dos objetos resulta de um contato direto com eles – lhe possibilitará a construção de um espaço representativo, em que ela é, por exemplo, capaz de evocar os objetos em sua ausência (BRASIL, 1997, p.126).

O ponto, a reta, o quadrado, não pertencem ao espaço perceptivo. Podem ser concebidos de maneira ideal, mas rigorosamente não fazem parte desse espaço sensível. Pode-se então dizer que a Geometria parte do mundo sensível e o estrutura no mundo Geométrico – dos volumes, das superfícies, das linhas, e dos pontos (BRASIL, 1997).

Sobre as atividades de ensino vivenciadas pelos graduandos relativas ao conceito de volume do paralelepípedo, encontramos reflexões como a de Rodrigo, que supõe que, se tivesse aprendido anteriormente desta forma, teria uma compreensão melhor dos diversos cálculos algébricos na faculdade.

Partimos de um sólido para depois trabalhar com conceitos de arestas (segmento de retas) e vértices (pontos). Este tipo de atividade nos ajuda a ter uma melhor perspectiva na hora dos cálculos aqui na Faculdade, ao contrário de apenas decorar fórmulas (Rodrigo, 7LM, portfólio, 19/06/06).

Será que se o professor, intencionalmente, elaborasse atividades de ensino e as mediasse, levando seus alunos a pensar sobre os conceitos matemáticos abordados e não simplesmente a decorar ou aplicar regras e fórmulas de modo mecânico, não poderíamos resolver muitos dos problemas de aprendizagem apresentados pelos alunos? Talvez, esta perspectiva não fosse a grande panacéia dos problemas de uma turma, mas poderia auxiliar no processo de aprendizagem de matemática. Um pensamento empírico (DAVYDOV, 1988) do conceito não possibilita uma relação mais subjetiva com a elaboração deste, como: a experiência com o erro; a criação de definibilidades não formais, com características de linguagem e pensamento advindos de experiências subjetivas sobre a realidade.

Essas circunstâncias conceituais ocorridas durante a pesquisa provavelmente tenham provocado reflexões como:

Foi trabalhada uma atividade que me levou a refletir como estão os meus conceitos a respeito do conteúdo de funções. Tive a impressão de que só sei fazer exercícios mecânicos (Luíza, 7LM, portfólio, 30/08/06).

Achei muito interessante a forma como surgiram os sinais de + e -, eu já havia lido a respeito quando fiz o trabalho extraclasse sobre números inteiros, mas somente nesta aula me dei conta de que estes sinais não foram inventados por matemáticos e sim por comerciantes. O que realmente me chamou a atenção nesta aula foi o texto sobre formas de pensar ("mão-

única" e "mão-dupla"). Gostaria de ressaltar que, falando a respeito de matemática, hoje em dia, quase tudo o que vemos e fazemos nas escolas é pensamento em mão-única, pois encontramos tudo pronto: fórmulas, resultados, caminhos a serem percorridos para chegarmos a tal resultado, tudo previamente conhecido, como uma receita de bolo (Luana, 2CM, portfólio, 01/08/06).

As atividades propostas sobre números inteiros parecem ter despertado interesse e novos conhecimentos em Luana, pois se diz admirada por entender que os sinais aritméticos (+) e (-) não foram inventados por matemáticos famosos, mas sim por comerciantes.

A pesquisa extraclasse que os licenciandos realizaram parece que não “tocou” estes alunos como ocorreu no momento de vivência dessas atividades, como afirmou Luana em seu portfólio. Os licenciandos também se interessaram pela idéia do pensamento em “mão única” e o associaram ao ensino escolar que tiveram, um ensino que não abordou questionamentos ou criações, como depreendemos da fala que segue:

Durante minha vida escolar nunca precisei me preocupar com os porquês das coisas, simplesmente aceitava, quando na verdade deveria ter me preocupado com as origens dos conceitos e procurar percorrer meu próprio caminho, usando o pensamento em mão-dupla para chegar onde queria (Talita, 2CM, portfólio, 01/08/06).

Essa fala manifesta que é possível, ao estudar matemática, aprender a orientar-se na vida e conceber o mundo como um movimento dual permanente e os fenômenos da vida como resultantes da combinação de forças contrárias (LIMA; MOISÉS, 1998b). Talita parece reconhecer que o ensino escolar é realizado por meio de “fórmulas prontas”, “resultados únicos” para as situações propostas e relaciona este fato ao pensamento em “mão única” apresentado nas atividades. Como Prado (2008) verificou em sua pesquisa, parece-nos que nossos licenciandos adquiriram uma visão diferente sobre o campo numérico dos inteiros.

Aprender significativamente e compreender conceitos matemáticos considerados simples e dominados foi motivo de emoção para Talita, o que denota estar subjetivamente envolvida com a nova forma de entender a matemática.

O ensino que estes licenciandos tiveram, desconectado da compreensão, valoriza e contribui para a determinação do saber fazer operacional do conceito, em detrimento do saber pensar o conceito, o que implica a contra-aprendizagem matemática (MARCO, 2004) e gera

pensamentos e conhecimentos fragmentados do conceito, como se pode depreender das seguintes falas:

Percebi que, quando me foi ensinado sobre números inteiros, não apresentou significado para mim, pois eu não consigo lembrar quando e de que forma eu o vi pela primeira vez (Marina, 7LM, depoimento audiogravado, 21/07/06).

Quando parei para fazer a reflexão sobre essa aula me lembrei do texto "Da mecânica do pensamento ao pensamento emancipado da mecânica"⁴⁰² onde o autor trata do saber fazer. Essa foi a minha realidade ao ler cada enunciado da atividade sobre função, parece que esse conteúdo foi tratado de forma voltada ao aspecto algorítmico. Hoje eu até estou gostando de funções (Luíza, 7LM, portfólio, 30/08/06).

O incômodo gerado é tamanho que levou Luíza a estabelecer uma relação afetiva com o conteúdo estudado, possibilitando-lhe (re)criar o conceito de função em sua subjetividade. Foi proporcionado espaço para pensar o conceito, e não simplesmente resolvê-lo. Tornou-se motivo para esta licencianda. Para desenvolver significados conceituais, não basta a aplicação de uma fórmula algébrica memorizada em exercícios mecânicos. É importante a vivência de atividades que incluam elementos geradores da necessidade de pensar sobre o conceito, elaborando dele novos significados. Os alunos manifestaram, também, o entendimento de que as atividades se constituem na conotação que lhes foi atribuída nesta pesquisa, desde que sejam intencionalmente planejadas e mediadas pelo professor.

A atribuição de novas imagens, novos significados para conceitos matemáticos leva-nos a inferir que estes licenciandos perceberam a diferença entre o conceito de volume de um paralelepípedo e o modo de calcular volume de um paralelepípedo; entre conceito de função e o modo de executar o procedimento de cálculo das raízes de uma função e querem levar isso para seus futuros alunos. Tal inferência decorre de acreditarmos que o futuro professor aprende participando de atividades que tenham a orientação do formador de professores e atribui “significado à atividade que está desenvolvendo, tendo como referência seu conhecimento e crenças prévias” (GARCÍA BLANCO, 2003, p.67).

Há que considerar que as atividades de ensino trouxeram implicações didáticas significativas para a formação destes futuros professores de matemática e para a sua própria (re)significação conceitual. Como mencionamos anteriormente, não estamos afirmando que estes

licenciandos serão professores diferenciados, porém as reflexões e as discussões propiciadas durante a vivência das atividades de ensino os alertaram para novas maneiras de levar o aluno do Ensino Fundamental ou Médio a compreender significativamente conceitos matemáticos, como se pode depreender das reflexões extraídas de alguns portfólios:

A análise das atividades sobre os poços me fez refletir o que realmente seja volume. Pude associar a palavra volume à fórmula "área da base x altura", mas ao estudarmos o volume com relação aos cubinhos (como unidade de medida) foi refletido o assunto e percebi que volume é a medida do espaço ocupado por um corpo, e depois, isso foi aplicado novamente aos cubinhos que reforçou meu entendimento. Certamente quando for lecionar lembrarei desta aula (Tales, 2CM, portfólio, 20/06/06).

A utilização dos cubinhos facilitou muito meu entendimento sobre o conceito de volume, facilitando a compreensão do cálculo do volume. Fico imaginando que para um aluno do Ensino Fundamental será muito bom trabalhar desta forma, pois é possível entender bem o significado do número que se encontra ao efetuar o cálculo do volume, pois muitas vezes um aluno não consegue fazer a ligação entre esse número e o que ele significa, que é o espaço que ele ocupa (Gabriela, 8LM, portfólio, 19/06/06).

Fizemos atividades [atividades de ensino sobre números inteiros] nas quais os alunos podem descobrir possibilidades para resolver o problema. Elas despertam a curiosidade e chamam a atenção dos alunos. Isso faz com que eles perguntem ao professor e assim o conteúdo não fica chato. Para mim, estas atividades suscitaram um interesse em enxergar novas possibilidades para se resolver um exercício e sem decorar. Suscitaram também a vontade de ensinar meus futuros alunos de uma maneira diferente, de uma maneira que eles possam pensar sobre o que estão fazendo. Não adianta transformar a matemática em uma matemática formal, decorada, é preciso mudar a forma de se ensinar, chamar a atenção do aluno, fazê-lo pensar e as atividades da apostila mostraram isso (Maria, 2CM, portfólio, 01/08/06).

As expressões de emoção: *Elas [as atividades] despertam a curiosidade e chamam a atenção dos alunos. Isso faz com que eles perguntem ao professor e assim o conteúdo não fica chato. Para mim, estas atividades suscitaram um interesse em enxergar novas possibilidades para se resolver um exercício e sem decorar*, de sensação de ter passado por um ensino mecânico: *A análise das atividades sobre os poços me fez refletir o que realmente seja volume. Pude associar a palavra volume à fórmula "área da base x altura", mas ao estudarmos o volume com relação aos cubinhos (como unidade de medida) percebi que volume é a medida do espaço ocupado por um corpo*; de um

entendimento melhor do conceito: *é possível entender bem o significado do número que se encontra ao efetuar o cálculo do volume que muitas vezes um aluno não consegue fazer a ligação entre esse número e o que ele significa que é o espaço que ele ocupa*; e outras são manifestações do envolvimento do licenciando com as atividades vivenciadas; mostram terem estas atingido o emocional do graduando; e, portanto, podem estar evidenciando que, ao desenvolver essas atividades, criaram um motivo para sua aprendizagem, seja como alunos do curso superior, seja como futuros professores. O motivo interfere na (re)significação conceitual e ao mesmo tempo é gerado pela percepção que os alunos têm dessa (re)significação.

4.1.2 Análise da vivência de atividades de ensino de matemática com referência na categoria *Significação da futura prática pedagógica*

Prática pedagógica? Há uma fórmula para consegui-la? O professor de matemática precisa preocupar-se em levar os alunos a refletir sobre o que fazem? Em que consiste significar a prática pedagógica futura?

Respostas a essas perguntas podem ser construídas também por meio da análise de reflexões e de falas dos protagonistas desta pesquisa. Sendo estudantes do curso de Matemática, certamente tiveram exemplos e contra-exemplos de práticas pedagógicas de professores de matemática ao longo de suas vidas escolares. Na universidade, enquanto presenciam aulas de professores considerados “carrancudos”, “bravos”, “exigentes” também presenciam aulas de professores considerados “fáceis de levar”, “que têm uma boa didática”. O que significa para estes licenciandos cada uma dessas posturas? Será que as atividades propostas permitiram aos licenciandos refletir sobre a postura pedagógica que desejam assumir? Será que essas mesmas atividades puderam propiciar aos nossos protagonistas significar a futura prática pedagógica?

Leontiev (1978) lembra-nos que

No decurso da sua vida, o homem assimila a experiência das gerações precedentes; este processo realiza-se precisamente sob a forma de aquisição das significações e na medida desta aquisição. A significação é, portanto, a forma sob a qual um homem assimila a experiência humana generalizada e refletida (p.94, grifos nossos).

Este fato leva-nos a recordar que a percepção de que o papel do professor, ao propor e mediar atividades em sala de aula, é importante para a formação do aluno, está presente nas falas

dos licenciandos como manifestação de surpresa e instigação a pensar qual postura pedagógica desejam assumir futuramente:

Essa aula¹⁰³ me fez refletir um pouco a respeito de como vou ensinar aos meus alunos: se devo começar pelo teórico ou pela prática. Até o momento haviam me ensinado através de fórmulas e demonstrações. Nunca havia pensado de modo diferente. Com certeza, a partir desta aula refletirei sobre como ensinar, pois ser professor não é ensinar o aluno a manusear a fórmula, mas sim ajudá-lo a saber pensar e para isto eu tenho que compreender um conceito e saber explicá-lo a mim mesma (Luíza, 7LM, portfólio, 19/06/06).

Como futura professora, preciso oferecer situações em que os alunos pensem, testem, criem hipóteses para que depois o conceito seja formalizado. Isto é essencial para a aprendizagem matemática (Marina, 7LM, portfólio, 19/06/06).

Como professora, preciso levar meus alunos a refletirem e compreenderem o que estão fazendo e por que estão fazendo daquela forma. Para isto é preciso oferecer espaços para pensarem, discutirem e encontrarem a melhor ação que leva à resolução da situação-problema encontrada (Gabriela, 8LM, depoimento audiogravado, 21/08/06).

É uma pena notar que os livros didáticos que apresentam o tema dos números negativos, em sua grande maioria raramente contêm alguma referência histórica sobre como os números inteiros passaram a fazer parte do corpo da Matemática, e qual foi a importância desse acontecimento. Será que quando estiver lecionando conseguirei não ser "escravo" do livro didático? (Wagner, 2CM, portfólio, 04/07/06).

Pelas reflexões dos estudantes, parece-nos que estes entenderam que ter um conceito matemático pronto não significa entendê-lo a ponto de conseguir explicá-lo a alunos escolares e também a si mesmos, como afirma Luíza. É preciso que o futuro professor passe por essa experiência, pois um dos elementos fundamentais da didática é saber explicar a si mesmo o que precisa explicar ao outro: *Eu tive dificuldades e dúvidas para formar um conceito para a palavra "medir" a partir de meus conhecimentos (Damara, 2CM, portfólio, 12/06/06).*

Tornar significativo o ensino da matemática e não transmiti-lo por meio de fórmulas prontas para que os alunos as memorizem parece-nos ser o desejo dos licenciandos:

Estas aulas e discussões em grupos para debater o assunto números inteiros¹⁰⁴ e a importância da História da Matemática para o ensino foram muito significativas para minha formação profissional, pois me mostraram que conceitos que achamos fáceis, hoje, podem não ser para os alunos do Ensino Fundamental. Percebi que nenhum conceito é fácil para um aluno que apresenta dificuldade em compreender matemática (Eduardo, 7LM, portfólio, 26/07/06).

A importância da ação pedagógica está em respeitar os estágios cognitivos dos(as) alunos(as) tornando a aprendizagem matemática significativa e "palpável", não abstrata e sem sentido como ela é colocada na maioria das escolas, sem consonância com a realidade do aluno (Fábio, 7LM, portfólio, 02/08/06).

Mesmo sem conhecer o referencial teórico de Leontiev sobre teoria da atividade, para Fábio, levar para as escolas o ensino de matemática com “sentido” parece ser um elemento importante e necessário para a significação da prática pedagógica a ser assumida.

Parece-nos também que estes futuros professores perceberam que considerar e “reconhecer que a cultura do meio onde vivem nossos alunos influencia na aprendizagem escolar que eles podem alcançar; que aproveitar a vivência deles pressupõe o reconhecimento de que ela influencia no modo de pensar dos alunos.” (LORENZATO, 2006b, p.30-31).

Um ensino a partir de significados que o próprio aluno pode atribuir aos conceitos pode propiciar a construção de uma aprendizagem e do pensamento matemático sob uma abordagem que considera o aluno em todo seu movimento de aprendiz, ou seja, envolvendo as formas sensitivas do pensamento - sensações e percepções –, como Kopnin (1978) considera na Teoria do Conhecimento.

Ao vivenciarem atividades que colocam em movimento suas sensações e percepções, os licenciandos demonstram o desejo de colocar em prática seu novo conhecimento:

Entendi que uma atividade de ensino nasce de uma necessidade (do professor: ensinar; do aluno: querer aprender) e sua avaliação ocorre a todo instante. Esse início de aula me fez pensar ainda mais sobre meu futuro enquanto professora. Devo ensinar de forma a fazer com que meus alunos se interessem pelo conteúdo que está sendo ensinado e busquem, com meu auxílio, formas de pensar e raciocinar para que suas necessidades sejam atendidas (Sofia, 7LM, portfólio, 19/07/06).

Estava ensinando um aluno do 1º ano do Ensino Médio sobre funções e sua dificuldade não era resolver uma função, mas entender um problema e escrever sua função. Isso me remeteu à atividade feita em sala de aula¹⁰⁵ (na Universidade). Fiquei pensando como uma aula dessas seria importante para esse garoto, como esta atividade poderia fazê-lo compreender melhor estas coisas. Um pouco insegura comecei a tentar passar a ele o que havia visto em sala de aula, fazendo indagações a respeito de conceitos, e este me disse que não sabia definir função, mas conseguia resolver uma função. Quando estiver atuando como educadora, quero que meus alunos saibam a definição dos conceitos e não apenas saibam resolver exercícios (Milena, 2CM, portfólio, 01/08/06).

A oportunidade de significar para si mesmos conceitos matemáticos e aprofundar seus conhecimentos propiciou o despertar do desejo de poder utilizar com seus futuros alunos atividades de ensino que também os levem a compreender que encontrar regularidades nos movimentos da vida abre-nos a possibilidade de elaborar generalizações, de criar fórmulas gerais para compreendermos o mundo.

Para Milena, pensar no que vem a ser uma função é sinal de ter conseguido compreender a diferença existente entre estudar uma função e entender o que esta quer dizer, o que ela representa. O motivo pessoal surgido, ao ter a necessidade de ministrar uma aula particular, para um único aluno, constitui para esta aluna o desafio de saber ensinar a sua própria (re)significação conceitual e ensaiar uma possível prática pedagógica. Sua reflexão transmite a satisfação de ter compreendido significativamente conceitos antes apenas memorizados e expressa a vontade de fazer o mesmo com seus alunos. A reflexão realizada na prática é um momento para sua formação. As expressões “pensar o conceito”, “pensar sua prática”, recorrentes na reflexão da aluna evidenciam que a atividade de ensino pode ser um espaço de formação, tanto pessoal em relação ao conteúdo matemático, quanto em relação à constituição de sua prática pedagógica futura. Parece-nos também que esta aluna “entendeu como uma prática é importante na construção do conhecimento do aluno, porque foi esse movimento que permitiu que ela construísse seu próprio conhecimento” (CARDIM, 2008, p.114).

O que fica mais nítido em nossa compreensão é que o motivo de (re)significar conceitos matemáticos para si mesmos e apropriar-se deles contribui para a constituição de uma prática pedagógica futura facilitadora da aprendizagem do aluno. Parece ser esta também a compreensão manifesta por alguns graduandos:

Ainda não tinha parado para pensar em uma maneira diferente de calcular o volume, mas com certeza a partir dessa aula refletirei sobre isso, pois ser professor não é ensinar o aluno a manusear a fórmula, mas sim ajudá-lo a desenvolver seu raciocínio (Luíza, 7LM, portfólio, 19/06/06).

Acho importante que o aluno busque suas próprias maneiras para medir um determinado objeto, seja através do palmo, uma caneta, ou com um pedaço de corda ou fio para que seja capaz de relacioná-las às unidades de medida padrão e estabelecer diferença entre elas (Paula, 7LM, portfólio, 19/06/06, grifo nosso).

Acredito que devemos deixar os alunos criarem suas próprias unidades de medidas, pois eles irão compreender o que é medir e depois pode-se esclarecer que antigamente era assim: cada um tinha sua própria medida e houve muitas confusões e por isso foi estabelecida uma padronização de medidas que nós usamos até hoje (Damara, 2CM, portfólio, 19/06/06).

Os professores devem deixar os alunos criarem sua própria unidade de medida para sentirem que as coisas que são ensinadas hoje tiveram toda uma trajetória, não foi uma coisa que caiu do céu, pronta. Para ser sincera eu nunca havia refletido sobre utilização de diferentes unidades de medida (Giovana, 2CM, portfólio, 19/06/06).

Os alunos não sentem a necessidade de aprender Matemática. Precisam apenas passar de ano. É neste momento que o professor deveria fazer a diferença, mostrar para os alunos de maneira clara, divertida e descontraída os conteúdos, despertar o interesse e motivar o aluno a ter gosto e prazer em estudar a Matemática (Damara, 2CM, portfólio, 05/09/06).

Gostei dessa atividade¹⁰⁶, pois é uma forma diferente de ensinar função ao aluno levando-o a perceber o quanto a Matemática está presente no nosso cotidiano e tirá-lo da cópia e do pensamento mecânico, onde simplesmente aprende quando deve substituir o valor de X na função (Fábio, 7LM, portfólio, 30/08/06).

A possibilidade e a importância de proporcionar ao aluno do Ensino Fundamental formas diferentes de construir o seu conhecimento foi outro aspecto destacado pelos graduandos, como percebemos nas reflexões acima. Estes alunos parecem atribuir ao ensino da matemática uma concepção diferente da que lhes foi apresentada. Parecem entender que a “atividade de ensino quase sempre está associada à idéia de busca do professor por um modo de fazer com que o aluno aprenda um determinado conteúdo escolar” (MOURA, 2000, p.23) de forma significativa e que

os novos significados conceituais adquiridos e o “saber pensar o conceito” serão levados para suas salas de aulas.

Parece-nos que para estes licenciandos, até então, a matemática parecia um “passe de mágica”. A expressão “caiu do céu”, usada por Giovana em seu portfólio e apresentada acima, indica uma desnaturalização da medida como uma tecnologia pronta e sugere que a proposição de uma simples pergunta, *o que é medir?*, pode auxiliar estes licenciandos a compreender dois aspectos que consideramos importantes para a formação do professor: quando se trabalha um conceito com um mínimo de liberdade, permitimos ao aluno criar, imaginar, levantar hipóteses; e, projetar essa importância para sua postura pedagógica.

Propiciar esta vivência no processo de formação docente é possibilitar ao futuro professor um modo de analisar e de procurar compreender o trabalho dos futuros alunos, incentivando-os a desenvolver seus conhecimentos matemáticos de maneira mais completa e complexa (D’AMBRÓSIO, B., 2005), possibilitando maneiras diferentes de pensar, de criar.

Como já mencionado, não estamos afirmando que estes licenciandos assumirão, na futura prática, as idéias expressas durante a disciplina Informática e Ensino, mas acreditamos que as reflexões e as discussões propiciadas durante a vivência das atividades de ensino os alertaram para a possibilidade de um fazer pedagógico que pode ser diferente daquele que lhes foi oferecido durante sua trajetória escolar.

Por meio destas atividades pude pensar em muitas coisas: Como eu serei quando me formar para professor? Ficarei acomodado com as coisas? Só trabalharei com o que os livros trazem e a lousa e não me preocuparei com mais nada? Não buscarei outras formas de ensinar, para que meus alunos aprendam um pouco mais de Matemática para que eles se utilizem do que aprenderam no seu dia a dia? Como vou agir frente às dificuldades que a profissão de professor me trará? Qual caminho eu devo seguir para que eu possa fazer o melhor para que os meus alunos aprendam e também sejam felizes? De uma coisa tenho certeza: qual for o caminho que eu tomar, tenho que fazer o melhor para que os alunos entendam e aprendam os conceitos da matemática com sentido para suas vidas (Gustavo, 7LM, portfólio, 21/08/06).

Quando começamos a resolver esta atividade [atividade de ensino sobre números inteiros] ela parecia muito simples, porém quando fui refletir é que percebi a sua riqueza. Acredito que a História da Matemática pode oferecer uma importante contribuição ao processo de ensino, revelando ao aluno a Matemática como uma criação humana, mostrando as necessidades e

preocupações de diferentes culturas, em diferentes momentos históricos. Quero levar estas idéias para minhas aulas. (Luíza, 7LM, portfólio, 31/07/06).

Parece-nos ainda, que entender historicamente as origens de um conceito muito pode auxiliar o professor a convidar seus alunos a entrar em atividade (LEONTIEV, 1978).

4.2 Algumas reflexões sobre o processo de vivência de atividades de ensino na formação inicial do professor de matemática

As reflexões elaboradas pelos protagonistas desta pesquisa nos levam a entender que nossas escolas pouco oferecem aos alunos condições de mostrar suas habilidades e invenções, mas propiciam “àquele que aprende repetição de expressões formais sem significados e, por conseguinte, ausência da criação” (SOUSA, 2004, p.11). Pesquisas atuais (SOUSA, 2004; PRADO, 2008), comprovam as reflexões de nossos licenciandos e demonstram que o ensino de conteúdos matemáticos está voltado para o desenvolvimento do conceito no nível formal, procurando apenas o desenvolvimento do pensamento empírico (DAVYDOV, 1988).

As análises realizadas demonstram que, quando propomos atividades de ensino que oferecem aos alunos escolares e aos licenciandos a possibilidade de imaginar, de criar, de desenvolver conceitos matemáticos a partir de uma necessidade sentida, eles conseguem atribuir, a estes, significados próprios e elaborar (re)significações de conceitos apreendidos de forma mecânica ao longo da vida escolar. Outro aspecto a ser mencionado é o desejo de superar a relação que tinham com a matemática, tornando-a significativa, e levar para sua prática pedagógica futura um ensino que valorize o pensar o conceito. Os licenciandos transmitiram a satisfação que tiveram em compreender “conceitos antes apenas memorizados e executados sem o significado e compreensão de que estes são sínteses de uma construção social e histórica, com base nas necessidades humanas” (LANNER DE MOURA et al., 2003a, p.11) e demonstraram em seus portfólios um novo olhar para o ensino da matemática:

Uma característica muito importante da atividade de ensino é a presença de elementos históricos que dá margem à interdisciplinaridade, itens constantes nos Parâmetros Curriculares Nacionais. [...] nunca tive a oportunidade de vivenciar um debate em sala de aula sobre "pensamento em mão-única" ou sobre números negativos vistos como contrários aos

positivos¹⁰⁷. [...] percebi que apesar de ser o ensino do conteúdo o objetivo e, conseqüentemente, a parte mais importante da atividade de ensino, julgo que deva se trabalhar, junto aos alunos, questões de cunho filosófico, tais como o pensamento em "mão-única" e em "mão-dupla". Esta atividade de ensino é um exemplo de como se pode vincular ao ensino da matemática questões acerca do pensamento. Isto, com certeza despertaria muitos alunos para a beleza da matemática que não mais seria vista como um amontoado de regras e fórmulas mas, sim, como o desenvolvimento histórico do pensamento humano (Danilo, 2CM, portfólio, set/06).

Durante o desenvolvimento de várias atividades pude constatar a importância da realização deste tipo de atividade, ficando evidente um meio de o professor ensinar de forma clara, ampla e significativa (Mário, 2CM, portfólio, 29/08/06).

Utilizar a abordagem que considera os nexos conceituais primários do conceito é entender o conceito do ponto de vista de sua dinâmica de criação. “Segundo Kopnin (1978), o homem aprendeu a pensar criando, historicamente, conceitos. Da mesma forma, considera Lima (1992), o educando aprenderá a pensar, criando conceitos num movimento semelhante ao da dinâmica da criação conceitual na história do conceito” (LANNER DE MOURA et al., 2003a, p.7).

Atividades de ensino fundamentadas no desenvolvimento histórico do conceito, juntamente com a mediação do professor, podem propiciar que os alunos estabeleçam uma nova relação com conteúdos estudados e os percebam como algo desenvolvido ao longo da história da humanidade (CARAÇA, 2000), considerando o aspecto subjetivo do indivíduo.

Por meio das análises dos depoimentos escritos e orais de alguns dos graduandos, ousamos afirmar que estes “vislumbraram” outra matemática, uma matemática diferente daquela que lhes foi apresentada durante seu processo de escolarização. Este aspecto parece-nos que serviu como o motivo para que continuassem cursando a disciplina até o final do semestre e como um “despertar” para a sua futura prática docente, como podemos observar nas reflexões abaixo:

As aulas de Informática e Ensino têm me mostrado que, como professora, terei que ser a incentivadora da aprendizagem de meus alunos e não uma simples transmissora de informação; devo, sim, assim assumir o papel de mediador entre o conhecimento matemático e o aluno; também têm me ensinado práticas docentes onde poderei ministrar aulas mais interativas que deixarão na vida de cada pelo menos pequenos significados. (Luíza, 7LM, depoimento audiogravado, 02/08/06).

No início do semestre, optei por fazer esta disciplina pelo fato de que ela poderia bater horário no próximo semestre com matérias que preciso fazer para me formar. Acreditei que esta seria mais uma disciplina "maçante" onde teria apenas que fazer trabalhos, ir às aulas, saber lidar com softwares, entre outras coisas que não iriam me beneficiar em nada. Mas hoje percebo que estava completamente errada. Ainda bem que nada do que previ aconteceu! Aprendi a "olhar" a Matemática de forma criativa e até mesmo "carinhosa". (Marina, 7LM, portfólio, set/06).

Em cursos de formação de professores seria importante existir espaços com atividades que propiciem a eles, a partir de seu próprio entendimento sobre um conceito, reformular e (re)elaborar “em sua subjetividade o pensar matemático de tal modo que, durante o estudo das atividades, sintam necessidade de se (re)verem profissionalmente, à medida que passam a fazer relação direta entre o que estão aprendendo” (LANNER DE MOURA et al., 2003, p.9) e o que poderiam ensinar. Diante desta abordagem, o aluno assume a postura de investigador e agente construtor de seu conhecimento, o que torna o processo de aprendizagem mais relevante do que o produto final.

O elemento novo que aqui surge para a formação do futuro professor é o fato não só de o licenciando tentar fazer atividades para seus alunos, mas de passar ele mesmo por atividades que tenham a conotação de atividade segundo Leontiev, com implicações didáticas que envolvam a abordagem da história do conceito e o pensar o conceito em linguagem natural. Não é possível afirmar que todos os graduandos que tiveram esta vivência tenham passado pela experiência de vivenciar uma necessidade e um motivo, pois nem todos os alunos da disciplina manifestaram estar em atividade, principalmente aqueles que cursavam o segundo ou terceiro períodos do curso de Matemática. Talvez a não-manifestação de implicações didáticas para estes graduandos esteja no fato de eles ainda não estagiarem e não terem ainda o olhar para a sala de aula como “professores”. Isso significa que a atividade em si não mobiliza uma necessidade, mas poderá fazê-lo, quando planejada para tanto, se encontrar condições favoráveis para essa mobilização.

CAPÍTULO V

Um olhar interpretativo sobre a Produção de Atividades Computacionais de Ensino de Matemática

Para a análise sobre a produção das atividades computacionais de ensino de matemática, tomamos por fundamento, como já definimos no capítulo I, a teoria do conhecimento histórico-cultural desenvolvida por Vigotski e Leontiev, que aborda a importância de o indivíduo estar movido por uma necessidade e um motivo pessoal para aprender. Não se transmite uma necessidade, não se cria no outro o motivo pessoal. É possível, porém mediar a relação do indivíduo com seu meio, de modo que ele perceba que necessita aprender a cultura e a ciência do vir a ser sujeito no meio onde vive e crie o seu motivo para aprender. Essa mediação pode ser planejada pelo educador, quando visa que o aluno seja movido por uma necessidade e um motivo pessoal, ao aprender. Em busca dessa mediação, propusemos a produção de atividades computacionais de ensino de matemática pelos protagonistas desta pesquisa, abordando também os referenciais teóricos adotados no capítulo II sobre a tecnologia computacional na formação inicial do professor de matemática.

A análise e a interpretação das informações obtidas nesta pesquisa têm por referência categorias estabelecidas *a priori* (FIORENTINI; LORENZATO, 2006) ao momento de produção das atividades computacionais de ensino¹⁰⁸, a partir de nosso diálogo entre tais informações e a literatura por nós utilizada e discutida até o momento.

Antes de iniciarmos o processo analítico do processo de produção das atividades computacionais de ensino de matemática pelos protagonistas desta pesquisa, optamos por retomar

rapidamente cada uma das categorias já explanadas no capítulo III. Esta ação tem o intuito de oferecer ao leitor maior compreensão durante nosso percurso de análise, que neste capítulo está organizado da seguinte forma: breve síntese das categorias¹⁰⁹ definidas *a priori* e análise das informações segundo as categorias elencadas.

5.1 Breve síntese das categorias definidas *a priori*

Necessidade - Motivo/objetivo. Nesta categoria, nosso olhar buscou compreender como o futuro professor, a partir da (re)significação de conceitos para si mesmo, tem nestes um motivo, uma intenção para idealizar uma proposta de atividade em ambiente computacional que possa levar seu futuro aluno a compreender significativamente um conceito matemático e que também possa desencadear e desenvolver nele o saber pensar e o pensamento teórico relativos a esse conceito.

Interação social e mediação pedagógica em ambiente computacional. Para esta categoria procuramos identificar implicações didáticas nos dados referentes à produção, pelos protagonistas, das atividades computacionais de ensino, para analisar se houve preocupação por parte deles em inserir, nessas atividades, situações que possibilitem o trabalho em grupo e que favoreçam a construção significativa de conceitos matemáticos, tendo a mediação do professor como elemento norteador das atividades.

5.1.1 Análise da produção de atividades computacionais de ensino de matemática com referência na categoria *Necessidade – Motivo/objetivo*

Entre as atribuições de um professor está a necessidade de gerar em seus alunos motivos para aprender. Como concretizar esta realidade?

No trabalho com computadores, o que se chama de “fascínio da máquina sobre o aluno”, na acepção da pedagogia, nesta pesquisa chamamos de “motivo para resolver a atividade proposta”, que pode ser gerador de uma necessidade para o aluno. Isso não significa que qualquer tipo de atividade computacional possa gerar uma necessidade ou um motivo para o aluno, mas indica que aquelas que colocarem os sujeitos em interação e mediados por um conteúdo

matemático os levarão a compartilhar idéias, significados, experiências à procura de solucionar um problema.

Durante o planejamento da atividade computacional de ensino pelos grupos, questões surgiam: Qual ambiente computacional usar? Qual atividade produzir? Quais conceitos matemáticos envolver? Quais procedimentos didático-metodológicos seguir para o desenvolvimento do conteúdo escolhido? Fazia-se necessária a elaboração de um plano que tentasse respondê-las. Estas, dentre outras questões, foram norteando as ações de cada grupo envolvido no trabalho, pois tratava-se de transformar a ação de fazer a atividade em atividade de cada elemento do grupo, pois uma ação só se torna atividade se os motivos do coletivo são também do sujeito (LEONTIEV, 1978).

Era preciso que os grupos produzissem “uma situação desencadeadora de ações que pudessem se transformar em atividade para seus futuros alunos. Isto é, que fosse capaz de transformar os motivos do professor em motivo também para o aluno” (MOURA, 2000, p.116).

Na literatura existente sobre a Teoria da Atividade¹¹⁰ e sobre Atividade de Ensino¹¹¹ encontramos indicações de que é importante que esta esteja carregada de intencionalidade, de motivo que proporcione o estabelecimento de objetivos bem definidos para a criação de estratégias que poderão compor o plano de ação daquele que a propõe.

Para Davydov (1988), “o conceito de atividade está necessariamente relacionado ao conceito de motivo” e uma “atividade não pode existir sem um motivo¹¹²” (p.83). Na produção de uma atividade computacional de ensino, os protagonistas desta pesquisa procuraram não perder de vista que o ensino de um conteúdo matemático era seu objeto e a proposta de desenvolvimento de conceitos matemáticos, o seu motivo. Necessitavam criar ações e operações para o futuro aluno atingir seu objetivo que, naquele momento, configurava-se como levá-los a compreender significativamente um conceito matemático. Para ensinar um conceito não basta oferecer o treino mecânico de um algoritmo; tampouco pode o professor meramente transmiti-lo ao aluno. É preciso gerar no aluno a necessidade de querer aprender esse conceito.

Para Leontiev (1983), as necessidades dirigem a atividade do sujeito, não só as necessidades materiais, mas também as emocionais. Esse autor refere-se não só a essas necessidades de ordem prática, mas também às intelectuais. O que fica claro em sua teoria, e que se apresenta de modo bastante significativo, é que o que move os sujeitos é, sobretudo, uma

satisfação coletiva: o desejo de participação social, visando a transformação da realidade naquilo que necessita ser transformado, no entendimento do coletivo.

A partir de manifestações audiogravadas de integrantes do G1, é possível perceber que este grupo se motivou a entender as dificuldades enfrentadas por professores de matemática no ensino desta disciplina e observadas em seus estágios; decidiu propor uma aula dinâmica e interativa e elaborou a atividade computacional de ensino que os licenciandos intitularam “Construindo o conceito de área”¹¹³ (Figura 7), como depreendemos do depoimento que segue:

Vamos tentar produzir uma atividade que possa nos auxiliar a levar futuros alunos de 5ª série a compreender, com sentido, o que significa o conceito de área de figuras geométricas planas. Já percebemos nos nossos estágios que os alunos fazem o cálculo, mas não sabem o que significa aquele número. Penso que devemos produzir uma atividade que motive o aluno e o leve a entender que o conceito de área consiste no preenchimento de uma determinada superfície, o que é diferente de fazer o cálculo desse espaço ocupado de acordo com a unidade de área adotada (Denise, 7LM-G1¹¹⁴, depoimento audiogravado, 04/09/06).



Fig. 7 – Tela inicial da atividade de ensino “Construindo o conceito de área”

Ao buscar informações para a escolha da atividade computacional a ser produzida, este grupo percebeu que considerava, num primeiro momento, pontos de vista individuais (MOURA, 2003).

Ter a idéia para a atividade no grupo foi muito conflitante. Houve um rodízio de idéias, mas não estávamos conseguindo definir de que forma iríamos trabalhar e qual tema escolheríamos. Precisávamos pensar em uma atividade

interativa, de maneira a motivar o aluno a construir um conceito (Marina, 7LM-G1, portfólio, 19/09/06).

Inicialmente, parece-nos que os licenciandos do G1 se encontravam em uma situação de hesitação e dúvidas, como podemos inferir das falas abaixo, em que o problema maior era definir um conteúdo a ser abordado na produção da atividade computacional de ensino que gerasse um motivo, nos futuros alunos, para garantir seu envolvimento na proposta:

Por meio das discussões ocorridas nas aulas de Informática e Ensino pude perceber que a escolha de um ambiente computacional, um conceito matemático e o modo como uma atividade é proposta podem contribuir para "convidar" um aluno a agir e fazer investigações sobre ela e formular conclusões, mediado pelo professor. Tudo isso influenciou muito para que eu e meu grupo tivéssemos a preocupação e, isso gerou dúvidas e medos, de procurar produzir uma atividade que possa levar um aluno a construir um conceito matemático com significado (Paula, 7LM-G1, portfólio, set/06).

Para a elaboração da atividade de ensino não estávamos conseguindo pensar em nada que tivesse significado. Na aula de hoje ocorreu um rodízio de idéias em que cada um do grupo expôs sua opinião, cada um falava o que pensava, mas mesmo assim ainda não estava fluindo nada. Alguns não concordavam com o que os outros falavam, mas não davam uma segunda sugestão. Então foi ficando difícil fluir alguma idéia. Alguns integrantes do grupo foram expondo melhor o que estavam pensando e resolvemos trabalhar com área. Cada integrante do grupo ficou encarregado de pesquisar e estruturar em casa algo sobre o tema e trazer na próxima aula para começarmos, de fato, a elaborar a nossa atividade de ensino (Rodrigo, 7LM-G1, portfólio, 06/09/06).

Não foi muito fácil fazermos a escolha de qual atividade de ensino iríamos utilizar para fazer o nosso trabalho. Tentamos buscar alguns exemplos na Internet, mas não encontramos nada que suprisse nossas necessidades e expectativas. Foi então que um dos componentes do grupo deu a idéia de trabalharmos com alguma coisa que envolvesse área de figuras planas, como o quadrado e o retângulo. Esta idéia foi bem aceita por todos, mas a princípio não sabíamos muito bem qual atividade especificamente trabalharíamos (RF¹¹⁵-set/06-G1).

Talvez, a dificuldade encontrada pelo grupo se deva aos processos de interação social, os quais

não se desenrolam de maneira linear: um aluno não dá seguimento imediatamente àquilo que foi dito por seu parceiro, mas dá prosseguimento à sua idéia, apesar da intervenção do outro, e somente mais tarde, quando se depara com uma dificuldade, irá evocar a idéia do parceiro, eventualmente modificada (LABORDE, 1996, p.44).

A essa dificuldade podemos somar a de inserir a atividade imaginada em um ambiente computacional. Neste, quando pedagogicamente organizado, “a interação entre grupos de educandos, mediada pela linguagem tanto humana como da própria máquina” pode potencializar “o desempenho intelectual, porque força os indivíduos a reconhecer e a coordenar as perspectivas conflitantes de um problema, construindo um novo conhecimento a partir de seu nível de competência que está sendo desenvolvido dentro e sob a influência de um determinado contexto histórico-cultural.” (LUCENA, 1998, p.51).

Foi muito fácil manusear o programa Cabri Géomètre II, mas foi difícil colocar a atividade nele. Ainda não tínhamos observado a importância de estudar uma atividade e os possíveis desdobramentos que ela pode nos apresentar. Concluímos que precisávamos parar um pouco e estudar mais o conceito que estávamos propondo trabalhar: funções. Paramos, buscamos mais conhecimentos nos livros didáticos e estudamos o que já não lembrávamos mais. Aí ficou mais tranqüilo de continuar o trabalho (RF-set/06-G3).

Após muita discussão, decidimos trabalhar com o conceito de área e não sabíamos como montar a atividade de forma a explorar esse conceito. Foram precisas novas pesquisas para nos auxiliarem nesta caminhada (RF-set/06-G1).

Este trabalho nos fez aprofundar conhecimentos que julgávamos “prontos” (RF-set/06-G2).

Durante as primeiras discussões pensamos em trabalhar com um balde em forma de tronco de cone, mas a atividade não ficaria simples de ser implementada no ambiente computacional que escolhemos (Flash¹¹⁶) e ficaria muito complicado para os alunos do Ensino Fundamental. Decidimos adotar, então, a representação de um cilindro e a idéia de encher e esvaziar quantidades de litros de leite. Poderíamos trabalhar números negativos e positivos e começar e explorar questões que envolvem capacidade (Roberto, 7LM-G2, portfólio, set/06).

A interação destes grupos durante o “rodízio das idéias”; a “opinião de todos os integrantes do grupo”; e até mesmo novas pesquisas para relembrar conceitos matemáticos que

julgavam “prontos” nos levam a inferir que os licenciandos estavam em atividade, segundo as características da Teoria da Atividade. Estes protagonistas demonstram a preocupação em buscar novos conhecimentos conceituais e operacionais para que pudessem planejar a atividade de modo que o aluno escolar venha a estar ativo perante os procedimentos do desenvolvimento conceitual das atividades que produziam.

Apesar de ter sido uma escolha dos grupos, existem também os motivos pessoais para a sugestão dos temas e para a escolha de um deles. Cada integrante dos grupos passou a interagir com os motivos dos demais no decorrer do processo de produção da atividade computacional de ensino. Os motivos individuais de escolha do conteúdo a ser abordado defrontaram-se com outras sugestões e necessidades que emergiram da discussão nos grupos e houve necessidade de encontrar uma solução coletiva.

Pelas manifestações expressas no relatório final da disciplina, foi possível constatar que o G1 criou uma proposta¹¹⁷ em que

o aluno de 5ª série deverá preencher dois espaços planos retangulares, escolhendo para isso o quadrado, o triângulo ou o círculo, procurando responder a seguinte questão: Qual dos dois pátios possui a maior área?. Para tanto, ele poderá manipular as diferentes figuras e preencher espaços planos delimitados de maneira a construir a relação necessária ao recobrir os planos. Dessa maneira, o aluno perceberá que apenas uma das três figuras planas - o quadrado - constitui-se como a melhor para cobrir a superfície ocupando totalmente os planos (RF-set/06-G1, grifos nossos). (Figura 8).

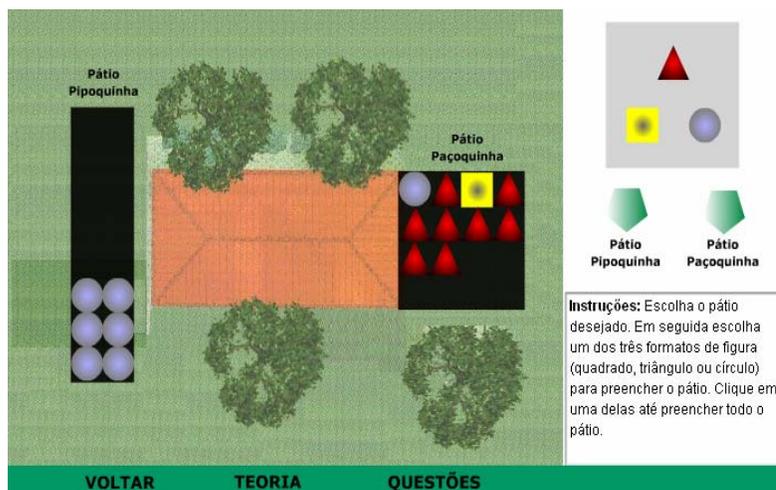


Fig. 8 – Tela de recobrimento de espaços

A ação que o aluno deverá realizar para atingir o objetivo do professor (do grupo, neste contexto) é a de preencher espaços planos retangulares, tendo como operação para essa ação a manipulação de três diferentes figuras geométricas que lhe foram oferecidas – o quadrado, o triângulo equilátero e o círculo (Figura 8).

Ao manipular cada figura geométrica plana, na tentativa de preencher todos os espaços predeterminados, o aluno do Ensino Fundamental poderá verificar que, ao utilizar o triângulo equilátero ou o círculo, não conseguirá preencher totalmente os espaços dos pátios e poderá constatar que o quadrado é a forma mais adequada a esta situação (RF-set/06-G1).

Entendemos que esta idéia dos integrantes do G1 pode ter sido fundamentada em pesquisas que realizaram sobre o contexto histórico egípcio, em que os homens adotavam, para lotear as suas terras, a forma retangular, que tem largura e comprimento propícios a esse tipo de medição e é uma figura simples para modelar áreas de terras (LIMA; MOISÉS, 1998a).

Parece-nos que nesta atividade os protagonistas inseriram o entendimento de que o aluno escolar deve relacionar o aspecto prático da experimentação das formas ao aspecto teórico, generalizando para a forma mais apropriada e para um modelo matemático. Além disso, por meio desta atividade, inferimos que os protagonistas do G1 pretenderam utilizar o computador para valorizar a experimentação, a exploração e o papel ativo dos alunos no processo de construção de seu conhecimento (PONTE; OLIVEIRA; VARANDAS, 2003). A atividade produzida por este grupo nos lembra Azinian (1998): em um ambiente computacional, o aluno escolar pode dinamizar a grande quantidade de manipulações das figuras “virtuais” com maior grau de precisão do que se as manipulasse em papel, por exemplo, o que poderia retardar ou até mesmo desestimular o processo de construção do conceito matemático envolvido na atividade. Além disso,

embora a “representação signa” do *software* está rigidamente definida por um algoritmo, ao usá-la para representar sínteses teóricas, o aluno a ressignifica conforme o conteúdo que elaborou e, ao mesmo tempo, cria a síntese, dando-lhe os significados possíveis de serem representados pela ferramenta. Há então, uma interatividade entre ferramenta e mobilidade de pensamento do usuário que se efetiva na busca de otimização da comunicação de significados (MISKULIN; LANNER DE MOURA; SILVA, 2003, p.10).

Houve uma preocupação com o motivo/objetivo pessoal que levou os protagonistas desta investigação a produzir as atividades pois, segundo Leontiev (1978), o motivo é criado quando o sujeito está ativo com seus próprios significados.

Talvez, o motivo que levou o G1 a escolher o conteúdo *área* para elaborar a atividade tenha sido o fato de ter percebido que, no momento em que vivenciaram a atividade de ensino sobre *volume*¹¹⁸, os licenciandos não conseguiram definir o conceito de volume do paralelepípedo e somente escreviam a fórmula para calcular o volume desse sólido geométrico.

Eu tive dificuldades e dúvidas para formar um conceito para as palavras "medir" e "volume" a partir de meus conhecimentos (Denise, 7LM-G1, portfólio, 19/06/06).

Ensinar o conceito de volume para uma criança fica muito mais fácil quando se permite que ela possa pensar, e os cubinhos fazem com que elas raciocinem, discutam e buscam formas de resolver os problemas propostos (Nataniel, 7LM-G1, portfólio, 19/06/06).

Para o G2, o motivo de produzir uma atividade envolvendo o conceito de números inteiros talvez tenha sido a percepção que tiveram, ao lembrar e constatar que em sua vida escolar todos haviam aprendido da mesma forma:

Optamos por trabalhar com números inteiros porque, pelas discussões ocorridas no nosso grupo, constatamos que para todos nós o ensino do conteúdo de números inteiros ocorreu da seguinte forma: a professora ia até o quadro, construía uma reta, marcava um ponto como referência (zero ou origem) e escrevia números à esquerda e à direita deste ponto. Parecia que ela fazia aquilo sem pensar (RF-set/06-G2).

Pelo registro no relatório final deste grupo, podemos depreender que as interações ocorridas no interior do próprio grupo levaram estes protagonistas a perceber a importância do planejamento do professor para uma determinada atividade e, neste conteúdo em particular, levar alunos a entender os números negativos como opostos dos positivos:

Primeiro é necessário que os alunos compreendam bem o conceito de número natural. Para compreender o conceito de número inteiro, é necessário que o aluno consiga "enxergá-lo" como oposto de outro número, ou seja, ele terá que compreender o conceito de número negativo (RF-set/06-G2).

Para o G3, o motivo surgiu a partir da constatação, pelo aluno, da *importância da visualização de movimento no estudo de funções* (RF-set/06-G3). Para elaborar esta atividade, os integrantes deste grupo explicaram, em seu relatório final de disciplina, que tiveram como referência a atividade *(Re)construindo o conceito de função*, apresentada no capítulo III, subitem 3.5.3. Pelos registros deste grupo, na produção desta atividade tinham como objetivo:

Propor uma situação na qual o aluno do Ensino Médio possa compreender o conceito de função como um movimento regular; levá-lo a explorar o software Cabri Géomètre II para resolver problemas; e desenvolver a experimentação ou a modelagem matemática de problemas do mundo real, além de promover a compreensão, a interpretação e a utilização de representações matemáticas (tabelas, gráficos, expressões, equações, símbolos) (RF-set/06-G3).

Inferimos deste registro que estes alunos utilizaram a idéia de movimento regular discutido na referida atividade como o aspecto didático-pedagógico que possa vir a “convidar” os alunos do Ensino Médio para se envolverem na atividade produzida (Figura 9).

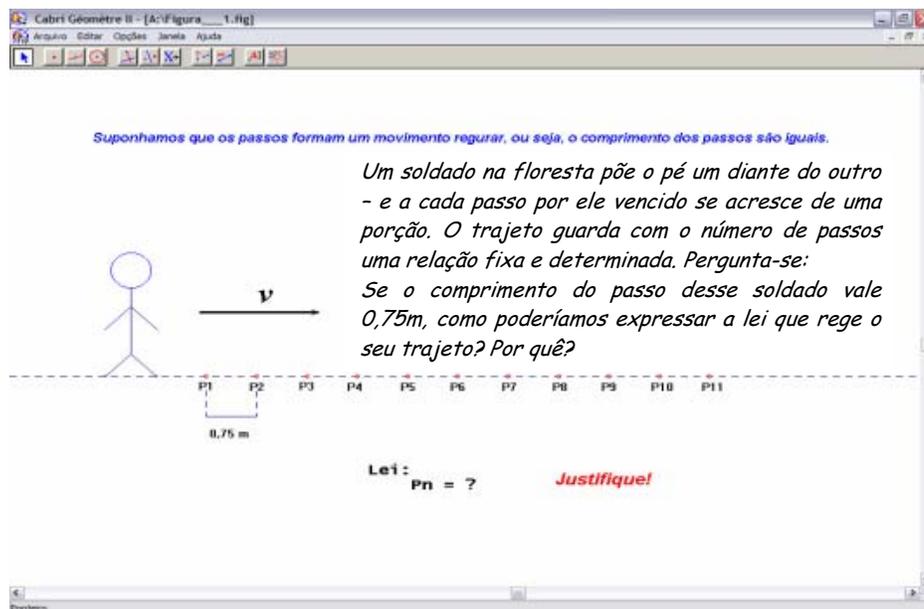


Fig. 9 – Tela inicial da atividade computacional de ensino produzida pelo G3

A idéia de movimento é o grande diferencial entre o ambiente computacional Cabri Géomètre II e a mídia tradicional com lápis e papel. Esse diferencial pode permitir ao professor

desmistificar determinados conceitos matemáticos que, na maioria das vezes, são complicados para o entendimento do aluno. Em Kampff, Machado e Cavedini (2004), encontramos características que diferenciam o ambiente computacional Cabri Géomètre II da mídia lápis e papel:

Característica	Cabri II	Lápis e Papel
Construção de figuras	Permite	Permite
Redefinição de objetos	Permite	Não permite
Deformação de figuras	Permite	Não permite
Movimentação de figuras	Permite	Não permite
Validação de propriedades	Característica	Bastante limitada

Quadro 3 – Cabri x Lápis e Papel

O G1, por meio dos seus registros, leva-nos a entender que procurou produzir uma atividade computacional de ensino que venha a possibilitar ao seu futuro aluno construir o conceito de área, por meio da exploração de diferentes figuras geométricas; formar conceitualmente e (re)significar para si mesmos o conceito de área:

é preciso proporcionar aos alunos situações nas quais possam refletir sobre o que fazer para dar sentidos e significados próprios aos conteúdos matemáticos, e não apenas reproduzir mecanicamente os conceitos. Foi o que procuramos fazer nesta atividade, utilizando o computador como um recurso didático que possa auxiliar o aluno a construir seu conhecimento geométrico (RF-set/06-G1).

Entendemos também que este grupo utilizou a tecnologia computacional como um recurso didático para o ensino de geometria e pôde refletir sobre uma possível prática docente a ser assumida, além de rever o modo de conceber a construção do conhecimento matemático e as várias possibilidades de representação do conhecimento geométrico (CARDIM, 2008).

O professor deve despertar no aluno interesse pela busca do conhecimento. O aluno deve compreender o conceito e depois formalizá-lo. Em seguida, buscar facilitar os cálculos, usando algoritmos. E, por último, é importante que o aluno saiba fazer o algoritmo com compreensão, pois o que temos visto

nas escolas atualmente são alunos que sabem resolver o algoritmo, mas não compreendem o que estão fazendo (Marina, 7LM-G1, portfólio, set/06).

Por meio da utilização da ferramenta tecnológica, há a possibilidade de “outro modo de representação do conhecimento matemático, diante da potencialidade da visualização e movimentação que ela possibilita” (CARDIM, 2008, p.124) de forma dinâmica. Os alunos do G1, representados na fala de Rodrigo, abaixo, parecem ter entendido o que comenta esta autora e de que na tela do computador é possível alterar rapidamente as representações de objetos ou conceitos elaborados, podendo haver abstrações por parte de quem o utiliza.

A atividade de ensino por nós proposta permite ao aluno manipular figuras, visualizar as modificações ocorridas; possui referências teóricas e o aluno pode responder as questões à medida que evolui seu pensamento e as estratégias utilizadas, sendo avaliado gradativamente, ao registrar os resultados de suas próprias ações. Tal atividade, acima de tudo, ajuda o aluno a compreender inicialmente, que área é o espaço ocupado por uma determinada superfície, leva-o a refletir sobre as diferenças ocasionadas ao adotar padrões diferentes de medida, para que, posteriormente, possa formalizar, ou até mesmo descobrir fórmulas que facilitam e agilizam os cálculos (Rodrigo, 7LM-G1, depoimento audiogravado, 13/09/06).

Ao oferecer formas geométricas diferentes – círculos, triângulos equiláteros e quadrados – para que alunos escolares possam manipular e perceber, de modo dinâmico e interativo, qual o mais adequado ao recobrimento total dos planos (Figura 8), supõe-se que o G1 tenha gerado o motivo para seus futuros alunos assumirem uma investigação, podendo estabelecer relações matemáticas e entender de forma significativa o conceito de *área*.

Na verdade, ao enveredarem pela investigação proposta, os alunos escolares podem, por meio de experimentações e discussões entre colegas e com o professor, verificar qual figura geométrica plana cobrirá totalmente os espaços delimitados e, possivelmente, vir a entender o significado das expressões “metro quadrado”, “centímetro quadrado” e outras similares. Esta idéia encontra fundamentação em Beatriz D’Ambrósio (2005), quando a autora defende que, diante de uma situação matemática, a proposta de solução sugerida pelos alunos envolve muitos componentes, e apenas um deles se explica pelo conteúdo matemático.

Nos comandos de ação inseridos nas atividades (Figuras 8 e 10), a investigação e a reflexão por parte do aluno escolar são instigadas por meio do item “questões” proposto pelos protagonistas e da dinamicidade do acesso ao item “teoria”, oferecido para consulta.

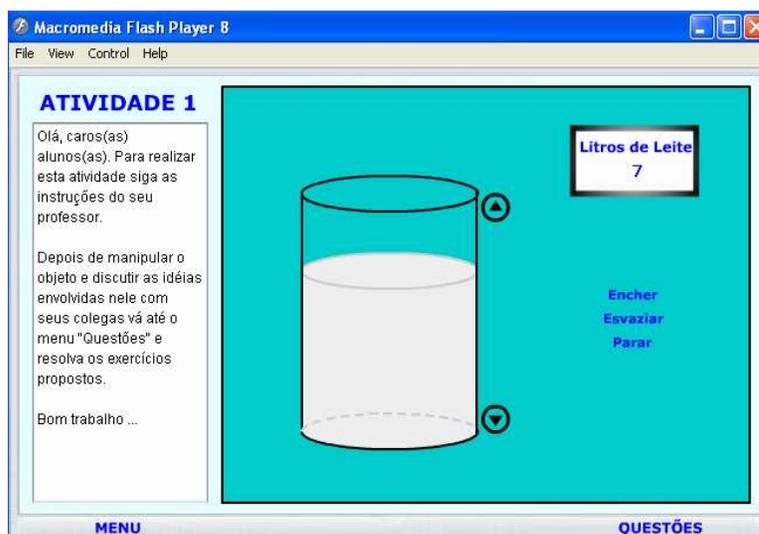


Fig. 10 – Comandos de ação da atividade do G2

Ao (re)elaborar e dar significado próprio a um conceito, possibilita-se que seja gerado o motivo para chegar ao final da atividade. O objetivo dos grupos, ao produzir uma atividade computacional de ensino, foi concretizado por ter havido um planejamento inicial, com compartilhamento de idéias, sugestões, saberes relevantes à formação do futuro professor. Além disso, destacamos a presença de “um conjunto de ações e operações que envolveram o manejo de ferramentas e instrumentos de uma determinada forma e de modo coordenado entre os sujeitos, para permitir o cumprimento do que havia sido planejado” (MOURA, 2003, p.139). A ação individual, mais uma vez, contribuiu para o sucesso coletivo.

Depois de traçadas as ações, resolvemos dividir as tarefas para que o nosso trabalho rendesse. Isto não significa que trabalhamos individualmente, pois, tudo que cada um fez, teve a opinião do grupo nos momentos de socialização do andamento das ações que iam se realizando (Luíza, 7LM-G1, portfólio, set/06).

Os grupos estiveram em “atividade de estudo e profissional”, pela qual, segundo Davydov (1988), há necessidade de trabalhar interesses relacionados à profissão, utilizando ações investigativas. Os grupos trouxeram à tona, no processo de produção da atividade computacional

de ensino, a necessidade de trabalhar com um conceito aparentemente simples para alunos do Ensino Fundamental ou Médio. Nesse movimento, percebemos que houve o desenvolvimento de seus “interesses cognoscitivos, da consciência e pensamento teóricos, que se convertem na base para elevar sua qualidade profissional¹¹⁹” (DAVYDOV, 1988, p.86). A vivência de tal experiência pode possibilitar que estes licenciandos, futuramente, organizem seu trabalho pedagógico de forma criativa e, na medida necessária, busquem seu aperfeiçoamento.

Tivemos muita dificuldade em criar a atividade computacional de ensino, pois foi um momento de fazer uma reflexão sobre de que maneira poderemos auxiliar a aprendizagem dos futuros alunos, de forma a desenvolver o seu raciocínio e a sua criatividade, pois ser professor não é apenas transmitir o que está no livro didático sem refletir; ser professor é pensar qual o melhor recurso, o melhor caminho e qual a melhor forma com que poderei auxiliar meu aluno, ensinando-o a investigar (Luíza, 7LM-G1, portfólio, set/06, grifos nossos).

A produção da atividade de ensino em ambiente computacional deixou muitos significados para minha carreira profissional. Pude perceber que esta privilegia a construção do conhecimento, do aprendizado significativo e implica criar e recriar estratégias e situações de aprendizagem que possam tornar-se significativas para o aprendiz, sem perder de vista o foco da intencionalidade educacional (Túlio, 7LM-G3, depoimento audiogravado, 20/09/06).

Para estes grupos, a necessidade que foi criada no momento da produção da atividade computacional foi diferente daquela que sentiram no momento de vivenciar as atividades de ensino. No momento da vivência das atividades de ensino, os protagonistas não demonstraram necessidade de buscar novas informações e novos conhecimentos; não sentiram a necessidade de criar, apesar de terem percebido a diferença entre calcular e compreender significativamente um conceito matemático.

Hoje discutimos a atividade de ensino sobre volume. Estou percebendo que existe uma diferença estridente quando se faz uma atividade mecanicamente, só executando cálculos e quando se reflete sobre ela, quando se abre a oportunidade de cada um falar como pensou para resolvê-la (Diego, 7LM-G2, portfólio, 19/06/06).

No momento da produção da atividade computacional, parece que sentiram a necessidade de organizar-se de modo a distribuir ações entre eles; buscar maiores conhecimentos teóricos para

o conteúdo matemático que pretendiam abordar nas atividades; e organizar todas as idéias sugeridas pelos componentes do grupo, de modo a atingir os objetivos a que se propunham, como se depreende das reflexões que seguem:

Como produzir uma atividade de ensino interativa na máquina? De que forma poderemos construir isso? Porque, numa atividade de ensino, é preciso estabelecer metas e objetivos bem definidos e, além disso, ela precisa ser avaliada permanentemente. O professor deve fazer intervenções para que o aluno aprenda. Então, como iremos proporcionar isso na atividade de ensino a ser desenvolvida? Pensar nisso foi muito importante porque estimulou uma discussão entre o grupo, respeitando, é claro, as diferentes opiniões. Aos poucos fomos percebendo que existia uma barreira entre nossas idéias e a máquina, porque nem tudo conseguiríamos transferir, ou até mesmo implementar (RF-set/06-G2).

Hora de colocar em prática os novos conhecimentos!!! Produzir uma atividade de ensino em um ambiente computacional..... Nossa!!! Esse foi um grande desafio! Quanta coisa é preciso levar em conta para elaborar uma atividade de ensino, para que ela realmente cumpra seu objetivo. Isso requer um trabalho muito minucioso por parte do professor: pensar em cada detalhe, perceber o que realmente quer proporcionar a seus alunos. Enquanto desenvolvíamos nossa atividade, o tempo todo ficávamos nos perguntando: isso ajudará meu aluno? O que ele aprenderá com isso? Qual o meu objetivo com esta atividade? Que questões podemos propor a ele? Que aspectos teóricos devemos oferecer nesta atividade? Por isso foi um grande desafio, porém uma experiência maravilhosa para nossa formação profissional! (RF-set/06-G3).

Do ponto de vista da formação inicial do aluno para a docência, a implicação didática presente nestas falas diz respeito ao entendimento que os licenciandos adquiriram sobre a necessidade e a importância do conhecimento da gênese de um conceito e do planejamento significativo para o professor; para que ele consiga mobilizar seus alunos para uma aprendizagem efetiva.

A máquina e o ambiente computacional escolhido por cada um dos grupos puderam potencializar o pensamento dos protagonistas, liberando-os para a atividade de planejamento e criação, para a atividade de produzir situações que instiguem e desafiem seus futuros alunos. Além disso, a exploração dinâmica de representações e o controle de uma seqüência de ações podem permitir a criação de relações dinâmicas de grande riqueza conceitual (AZINIAN, 1998),

tanto para os protagonistas quanto para seus futuros alunos. Supõe-se, subjacente à fala que segue, o que afirma a autora citada anteriormente:

No processo de criação da Atividade de Ensino, iniciamos no software Cabri Géomètre II o desenvolvimento da simulação do soldado andando¹²⁰ pela floresta¹²¹, Após isso, sentimos que seria necessária uma análise gráfica nesta atividade, para nosso melhor entendimento para o momento de mediar a atividade com os alunos do Ensino Médio. Decidimos traçar o gráfico [Figura 11] para a equação da reta, delimitando o seu lugar geométrico, mas vimos que isso não representaria o movimento, pois o caminho seria infinito e, neste sentido, decidimos definir o rastro da função para um intervalo limitado (RF-set/06-G3).

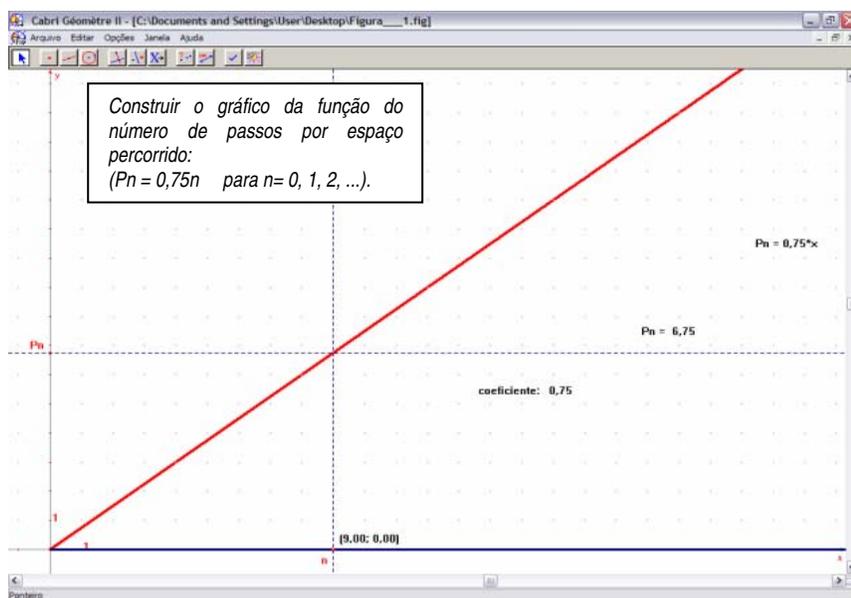


Fig. 11 – Gráfico elaborado pelo G3

Diferentemente do lápis e papel, na tela do computador é possível alterar de forma dinâmica e ágil, de modo a potencializar a capacidade de perceber a necessidade das alterações, as representações do objeto; fazê-lo variar de tamanho, de posição, de lugar, de forma; e, a partir dessas ações, abstrair idéias matemáticas. A inclusão de movimentos em atividades — facilitada nos ambientes computacionais utilizados por estes grupos — para que melhor se compreenda conceitos matemáticos pode levar o aluno a envolver-se numa exploração sobre a maneira como ele próprio pensa, o que pode auxiliá-lo em situações diversas de resolução de problemas.

Entendemos ainda que houve uma produção social destes grupos, pois seus integrantes compartilhavam objetivos e idéias, negociavam significados coletivamente (MOURA, 2002),

para criar a atividade. Nesse processo, tiveram a participação da interlocução e da argumentação de diferentes pontos de vista entre os pares, na tentativa de produzir uma atividade matemática que propicie a um aluno do Ensino Fundamental ou Médio construir seu conhecimento matemático científico. Uma produção social que qualifica a formação docente e possibilita a constituição professores “autores”, professores capazes de produzir e desenvolver materiais didáticos digitais ou adaptar os já existentes à sua futura proposta pedagógica (SILVA; FERNANDES, 2007). Uma produção em que o conhecimento do futuro professor de matemática pode ser gerado e assimilado por meio da atividade e da interação social no grupo.

5.1.2 Análise da produção de atividades computacionais de ensino de matemática com referência na categoria *Interação social e mediação pedagógica em ambiente computacional*

Como propiciar uma interação social em sala de aula de matemática? A mediação pedagógica do professor pode oferecer contribuição para isso?

A interação do homem com seu meio físico e social possibilita a apropriação da cultura elaborada pelas gerações precedentes (REGO, 1995) e, sendo a matemática um aspecto da cultura humana, podemos incluir na apropriação desta os conceitos matemáticos produzidos ao longo da história da humanidade.

Por meio de algumas reflexões, como a que segue, podemos inferir que o aspecto da interação social foi uma implicação didática para a formação dos protagonistas desta pesquisa, presente nos momentos de produção das atividades:

Pela interação que tivemos durante toda a disciplina Informática e Ensino e durante a produção da atividade final no computador, percebi que o trabalho em grupo ajuda na flexibilidade e no pensamento criativo do indivíduo, mas acredito que, mesmo que trabalhe em grupo, a aprendizagem é individual. [...] durante o desenvolvimento do trabalho foi necessário saber ouvir e também descobrir o momento certo de falar; pude perceber que a idéia do outro pode ser melhor que a minha, mas também a nossa idéia pode dar o pontapé inicial (Luíza, 7LM-G1, portfólio, set/06).

Julgamos que os protagonistas sentiram necessidade de compartilhar suas idéias verbalmente, havendo a interação entre o grupo, valorizando o saber pensar, o saber expressar-se e o fazer-se compreender pelo outro. Entendemos que este aspecto envolveu os licenciandos no

processo de formar-se, levando-os a perceber que situações de interação, em que as idéias de um indivíduo são confrontadas com outras, as “contradições oriundas dos parceiros podem ser mais facilmente percebidas que as contradições encontradas pelo aluno sozinho” (BEDNARZ, 1996, p.49). Além disso, as “interações sociais podem, de fato, transformar-se, de forma mais ou menos intensa, em fontes de aprendizado e de desenvolvimento conceitual do aluno” (BEDNARZ, 1996, p.49).

Oliveira (1997) acredita que qualquer “modalidade de interação social, quando integrada num contexto realmente voltado para a promoção do aprendizado e do desenvolvimento, poderia ser utilizada, portanto, de forma produtiva na situação escolar” (p.65).

O conceito de interatividade é utilizado nesta pesquisa no sentido abordado pela Teoria da Atividade. Isso significa que é necessário haver mediação por meio de significados, seja por parte de quem participa da interação ou de quem proporciona a interação.

Sendo a formação do professor um contexto relacionado à promoção da aprendizagem, esta pode ocorrer sustentada pelas interações do professor com seu objeto de trabalho e com seus pares (ARAÚJO, 2003). Produzir uma atividade computacional de ensino de matemática implica não apenas pensar nos objetivos a serem atingidos, mas nos meios para atingi-los, no processo de interação social e de mediação do trabalho pedagógico. Assim, o professor propiciará “a mediação entre o objeto de conhecimento e os sujeitos que participam do processo de aprendizagem através das ações educativas” (MOURA, 1996, p.40), constituindo uma produção social.

Segundo a Teoria da Atividade, a mediação do professor está permeada pela sua intencionalidade. Os resultados obtidos por meio da exploração, por alunos escolares, das atividades computacionais produzidas pelos protagonistas poderão ser diferentes dos resultados obtidos via exploração de atividades do livro didático, devido ao caráter dinâmico dinamicidade oferecida pelos ambientes computacionais utilizados.

Procuramos criar uma interação entre os alunos e a atividade de ensino em ambiente computacional. Para tanto decidimos utilizar o software Flash para suprir nossas necessidades de interatividade. O que pretendíamos destacar ao utilizarmos esse software foi demonstrar quão natural, dinâmica e intensa, se tornam nos ambientes informatizados de ensino, as ações, reflexões e abstrações dos alunos e as relações alunos-alunos (RF-set/06-G1).

Essa reflexão revela um entendimento de que o grupo parece ter atingido o objetivo de propor uma interatividade entre os alunos e entre estes e a máquina, ao usarem *softwares* que julgaram adequados para as atividades que propunham. A expressão “suprir nossas necessidades de interatividade” demonstra um envolvimento intenso e natural na atividade. Na produção da atividade, o G1 manifesta, em seus registros, uma intenção de provocar a interação aluno-aluno e aluno-professor, ao aprender. Há, nos registros dos licenciandos, como no apresentado abaixo, a percepção de que, quando há interações entre alunos e alunos e entre estes e os ambientes computacionais, os alunos tendem a envolver-se completamente, tendo a interatividade e o fascínio pela máquina como elementos desafiadores e motivadores.

Sabemos que crianças e adolescentes hoje em dia são apaixonados por videogames e computadores. Se estas máquinas forem bem utilizadas por professores em salas de aula, tendo certa interatividade entre alunos-máquina-professor, podem muito servir como elementos que geram interesse para aprender nos alunos (Nataniel, 7LM-G1, portfólio, set/06).

Entendemos que o suporte oferecido pelos ambientes computacionais não só ajudam na superação dos obstáculos inerentes ao próprio processo de construção do conhecimento matemático, mas também no processo de representação do conhecimento, além de poder acelerar o processo de apropriação de conhecimento.

Nas reflexões dos licenciandos do G3, encontramos a menção de que é preciso propiciar aos alunos escolares situações nas quais o diálogo esteja presente, de modo a gerar a necessidade de aprender:

Alunos passivos e apenas espectadores, isolados em suas cadeiras, de posição frontal unicamente para o professor e lousa, alunos que não podem ou não interagem em aula não nos dão garantias que estejam motivados para aprender ou mesmo que estejam aprendendo. O professor precisa criar oportunidades para seus alunos compartilharem idéias e pontos de vista. (RF-set/06-G3).

A necessidade do aluno de aprender estará ligada à necessidade do professor de ensinar, quando este planejar a atividade de aula com a intencionalidade de proporcionar a interação entre os alunos. Os protagonistas do G3, ao mostrarem preocupação em elaborar atividades que provoquem interações entre os sujeitos e os meios (o computador) no processo ensinar/aprender e

ao desenvolverem as atividades assim programadas, têm a confirmação de seus objetivos, estão se apropriando de saberes docentes que poderão embasar sua futura prática pedagógica.

É evidente que não podemos nos esquecer de que a prática pedagógica a ser assumida pelo futuro professor deverá “ser equacionada em função dos alunos concretos, das condições reais de trabalho e do projeto pedagógico da escola e do grupo” (PONTE; OLIVEIRA; VARANDAS, 2003, p.188) de profissionais em que ele (o futuro professor) se inserir. A prática desse futuro professor dependerá da cultura escolar instituída no seu local de trabalho, pois, segundo Pérez Gómez (2001), a cultura potencializa “tanto quanto limita, abre ao mesmo tempo em que restringe o horizonte de imaginação e prática dos que a vivem” (p. 17). Cada escola desenvolve e reproduz sua própria cultura específica, e é

evidente que os estudantes aprendem muito mais e muito menos, em todo caso, algo diferente do que lhes é ensinado intencionalmente no currículo explícito. Tanto os intercâmbios acadêmicos como os intercâmbios pessoais ou as relações institucionais se encontram mediatizados pela complexa rede de culturas que se inter-relacionam neste espaço artificial, e que constituem uma rica e espessa teia de significados e de expectativas por onde transita cada sujeito em formação, precisamente no período mais ativo na construção de seus significados e de sua identidade (PÉREZ GÓMEZ, 2001, p.18).

Sabemos que, apesar da existência de uma cultura pedagógica instituída em cada escola, o professor tende a assumir um determinado comportamento, existindo “uma relação estreita entre o conhecimento do professor e as situações e atividades nas quais o conhecimento é usado” (GARCÍA BLANCO, 2003). Assim, se considerarmos válidas as afirmações de Vigotski (1991, p.17) de que “o verdadeiro curso do desenvolvimento do pensamento não vai do individual para o socializado, mas do social para o individual” e de Araújo e Moura (2008) de que a função primordial da fala é a comunicação e o contato social, podemos inferir que a escola e a cultura escolar nela instituída constituem, também para o professor, um espaço social de aprendizagens e, portanto, de formação.

A descrição de como os integrantes dos grupos se organizaram para produzir as atividades de ensino nos lembra a organização do grupo da caçada descrita por Leontiev (1983) que citamos no capítulo I, item 1.1:

O Rodrigo ficou responsável por estruturar e escrever os objetivos, os conteúdos e conceitos a serem desenvolvidos. A Denise ficou responsável

por elaborar o diálogo da atividade interativa e pesquisar sobre as contribuições e as limitações de um ambiente computacional, e também de organizar o trabalho escrito. A Paula ficou responsável por pesquisar as referências históricas e teóricas sobre o conteúdo matemático escolhido. O Nataniel ficou responsável por ajudar a Luíza e eu na elaboração das questões da atividade de ensino. A Luíza e eu ficamos responsáveis por fazer o roteiro (para que o Diego pudesse implementar a atividade), os relatos das aulas, reunir com o Diego e coordenar todo o trabalho. Isto não significa que trabalhamos individualmente, pois, tudo que cada um fez, teve a opinião do grupo. Pensamos que o trabalho em grupo, pelo menos potencialmente, pode produzir resultados melhores do que se cada um dos membros atuasse individualmente (Marina, 7LM-G1, portfólio, 13/09/06).

Neste trabalho tivemos os "cérebros" do projeto, o Roberto e o Diego, os quais teceram grandes discussões e contribuições, o Eduardo foi o técnico, o Enzo e eu fomos o apoio no desenvolvimento do roteiro para o professor (Fábio, 7LM-G2, portfólio, set/06).

A atividade de ensino que elaboramos foi um grande desafio que gerou bons frutos e alimentou várias idéias. Percebemos que existe uma diferença em trabalhar com softwares já montados por alguém e adaptá-los para o ensino e desenvolver a própria atividade em um software. Ao produzir a atividade de ensino dividimos tarefas e compartilhamos idéias entre nós. Isso nos auxiliou a perceber como devemos abordar os conceitos para os alunos e isto contribuiu e enriqueceu nossa formação profissional, além de mostrar novas possibilidades para produção de uma atividade de ensino (RF-set/06-G3).

Quando a aluna Marina registra que ela e Luíza ficaram responsáveis por fazer o roteiro, os relatos das aulas e por coordenar todo o trabalho de produção da atividade que intitularam “Construindo o conceito de área”¹²², percebemos que há um movimento diferente destas duas alunas em relação ao grupo, diante do processo de formar-se. Elas, apesar de interagirem com todos os participantes do grupo durante o processo de produção da atividade, apropriaram-se e dominaram a atividade globalmente ao coordenar o trabalho. Certamente, o que as move é a crença em um ensino de qualidade, em humanizar-se pelas ações educativas (MOURA, 2003).

Pelas reflexões apresentadas acima, parece-nos que os integrantes destes grupos tiveram a atividade de ensino como elemento unificador do empenho de todos para que pudessem ter um bom resultado para a atividade computacional que haviam planejado. Essa situação é discutida por Moura (2003), quando afirma: “os sujeitos, ao interagirem para produzir determinado objeto, operam a partir de um conjunto de acordos que lhes permite concretizar o objetivo a que se propuseram ou que lhes foi proposto cumprir” (p.138). Em outra obra, esse mesmo autor nos

lembra que o indivíduo age no processo de formação do grupo e este influencia na formação do indivíduo. O “sujeito, ao modificar os objetos, se modifica, o professor, também, ao construir o seu objeto nas trocas de significado, constitui-se profissionalmente e se faz sujeito” (MOURA, 2000, p.141). Perante os registros dos protagonistas, arriscamos dizer que eles estavam em processo de modificação, de formação.

O mesmo autor ainda observa que o mais importante na realização de um projeto é que o conjunto de ações predeterminadas tenha um processo de comunicação, para que possam ser coordenadas e, para que isso ocorra, é necessário haver uma linguagem comum, uma troca de significados no grupo. Esse processo de troca ocorreu entre os membros dos grupos, como podemos depreender das reflexões abaixo, ao procurarem propor para o futuro aluno atividades de aprendizagem, de modo que tivessem um motivo que mobilizasse suas ações para aprender:

Para a elaboração da atividade de ensino não estávamos conseguindo pensar em nada que tivesse significado. Na aula de hoje ocorreu um rodízio de idéias onde cada um do grupo expôs sua opinião, cada um falava o que pensava, mas mesmo assim ainda não estava fluindo nada. Alguns não concordavam com o que os outros falavam, mas não davam uma segunda sugestão. Então foi ficando difícil fluir alguma idéia (Eduardo, 7LM-G2, portfólio, set/06).

Apesar de já termos definido o tema a ser trabalhado - função -, a atividade interativa a ser elaborada, ainda continuamos discutindo para que todos os integrantes do grupo entendessem a atividade computacional que iremos produzir. Até que as idéias ficassem estabelecidas, ou seja, até que o caminho a ser trilhado fosse escolhido, tivemos muitas discussões no grupo. Foi necessário estabelecer uma direção a ser seguida, porque senão passaríamos mais uma aula só discutindo, sem colocar a "mão na massa" (Gabriela, 8LM-G3, portfólio, set/06).

Hoje o grupo discutiu o andamento da atividade onde cada um apresentou o que já havia feito. Sugestões foram lançadas e as possíveis modificações foram realizadas. Falamos também sobre a parte histórica do conceito de área limitando o que realmente queríamos adicionar no trabalho. E também discutimos os objetivos do trabalho (Marina, 7LM-G1, portfólio, set/06).

A produção da atividade computacional de ensino de matemática por esses estudantes caracterizou-se como uma atividade, no sentido de Leontiev (1988), pois envolveu ações que se combinaram, foram interdependentes e buscaram satisfazer uma necessidade do grupo.

Hoje começamos a aula discutindo sobre o que iríamos trabalhar na nossa atividade de ensino. Muitas idéias surgiram e foram discutidas, mas estava difícil determinar qual seria utilizada. [...]. Acabamos definindo que para realizarmos a nossa atividade interativa utilizaremos o software Flash. Contaremos com a ajuda do Diego¹²³, pois não dominamos todas as ferramentas deste software (RF-set/06-G1).

Pelas manifestações dos licenciandos, a produção das atividades contribuiu para o estabelecimento de uma dinâmica que permitisse a interação de vários conhecimentos individuais dos sujeitos do próprio grupo e também com outros sujeitos, no auxílio ao entendimento do funcionamento do *software* que seria utilizado pelo G1, tornando coletivos conhecimentos particulares. Este aspecto parece ter levado estes protagonistas a “perceber o conhecimento como um bem comum e mais útil quando assumido coletivamente como conjunto de saberes que permite leitura e intervenção objetiva nas naturezas física e social” (MOURA, 1996, p.33). Envolveu também “parcerias, divisão de trabalho e busca comum de resultados” (MOURA, 2004, p.156), com o intuito de tornar a atividade interativa.

A interação ocorrida nos grupos propiciou discussões entre os pares, apesar de ainda não terem uma prática pedagógica estabelecida:

Ao produzir a atividade de ensino dividimos tarefas e compartilhamos idéias entre nós, favorecendo o enriquecimento da mesma (Vivian, 8LM-G3, portfólio, set/06).

O trabalho em grupo ajuda no desenvolvimento do pensamento criativo do indivíduo, mas mesmo que se trabalhe em grupo a aprendizagem é individual. [...] a idéia do outro pode ser melhor que a minha. No entanto, a minha idéia pode ser a origem de tudo (Luíza, 7LM-G1, portfólio, set/06).

Tais discussões nos remetem às palavras de Penteado (2004), quando afirma que “ninguém há de discordar da dificuldade que é lidar sozinho com mudanças e inovações pedagógicas. Além de formação sobre como lidar com máquinas, o professor precisa ter com quem discutir o que acontece em sua prática” (p.285).

A percepção da necessidade da mediação do trabalho pedagógico parece-nos que trouxe um nível teórico de reflexão para os licenciandos, referente à implicação didática da mediação na produção da atividade computacional:

Deve haver a mediação constante por parte do professor e não simplesmente deixar que o aluno a execute sozinho, mas sim interagindo com outros colegas e também com o professor, que deve intervir e questionar seus alunos, tornando a relação aluno-computador um momento desafiante e interessante a ponto de ir à busca da construção de seus conhecimentos (Rodrigo, 7LM-G1, portfólio, set/06).

Durante a vivência das atividades de ensino, nas discussões dos textos teóricos e durante a produção da atividade computacional de ensino percebi que a mediação do professor é fator decisivo para que o aluno compreenda conceitos matemáticos (Paula, 7LM-G1, portfólio, set/06).

A maneira de propor e mediar uma atividade pode ou não permitir que o aluno desenvolva seu conhecimento (Marina, 7LM-G1, portfólio, set/06).

Os licenciandos, por meio dos estágios já realizados e ao vivenciarem a produção da atividade computacional de ensino, parecem demonstrar em suas reflexões uma possível construção do saber de que o professor tem papel fundamental no processo de aprendizagem dos alunos; e que a máquina não o substitui nas atividades relacionadas ao pensar, ao criar, ao imaginar. Reforçamos a idéia de que é importante que o professor oriente o trabalho para a sistematização de conceitos, promovendo a aprendizagem e auxiliando a construção do conhecimento dos alunos de forma prazerosa e dinâmica. Para que isso ocorra, os protagonistas entendem que

Hoje em dia muitas escolas públicas têm laboratórios de informática e os professores não utilizam os computadores nas suas aulas simplesmente porque não sabem trabalhar com esta poderosa ferramenta. Penso que é de grande importância a informática em cursos de Formação de Professores, pois os professores poderão mediar o trabalho com os alunos de forma prazerosa e sistematizar o conhecimento matemático científico com maior participação dos alunos (Marina, 7LM-G1, portfólio, 31/05/06).

A informática pode ser utilizada como uma ferramenta de auxílio na aprendizagem matemática, proporcionando ao professor um ambiente virtual de aprendizagem que faça simulações de situações reais que seriam difíceis de serem realizadas na prática. Dessa forma ela constitui uma ferramenta de apoio muito importante no processo de ensino/aprendizagem (Eduardo, 7LM-G2, portfólio, 31/05/06).

Tendo em vista a importância da mediação do trabalho pedagógico pelo professor, os grupos procuraram elaborar situações-problema, ligadas ao contexto das atividades produzidas, que gerassem nos futuros alunos necessidades (Figuras 12 e 13) para formalizar seus conhecimentos.

QUESTÕES

Questão 1: Com qual das figuras geométricas dadas você acha que é possível preencher totalmente o pátio pipoquinha e o pátio paçoquinha?

Questão 2: É possível cobrir totalmente os pátios com círculos? Por quê?

Questão 3: É possível cobrir totalmente os pátios com triângulos? Por quê?

Questão 4: É possível cobrir totalmente os pátios com quadrados? Por quê?

Questão 5: Qual dos dois pátios você acha que é maior ou que ocupa maior espaço? Por quê?

Questão 6: Quantas figuras você utilizou para preencher totalmente o pátio pipoquinha? Descreva o processo que você realizou para fazer o preenchimento.

Questão 7: Quantas figuras você utilizou para preencher totalmente o pátio paçoquinha? Descreva o processo que você realizou para fazer o preenchimento.

Questão 8: Existe um pátio maior que o outro? Justifique sua resposta.

Questão 9: Será que existe uma maneira mais rápida para encontrar o espaço total dos pátios?

Questão 10: Escreva o cálculo que você poderia fazer para encontrar o espaço total dos pátios de maneira mais rápida?

VOLTAR PARA A ATIVIDADE **IR PARA A TEORIA**

Esta atividade de ensino vem acompanhada de uma tela de questões que tem o objetivo de auxiliar a mediação do professor para levar o aluno a construir o conceito de área. Ao responder as questões, na ordem proposta e tendo a mediação do professor, o aluno poderá construir, sistematizar, formalizar o conceito de área de uma figura retangular de maneira dinâmica e interessante, pois pode mover-se por meio dos links disponíveis (RF-set/06-G1).

Fig. 12 – Tela de questões elaborada pelo G1

Questões da Atividade 1

1) Perceba que o tambor possui uma quantidade inicial de leite. Observe também, que o marcador de litros de leite está no zero. Nesse caso, o zero está representando uma quantidade "nula" ou o "ponto de partida" de uma certa quantidade?

2) Qual a capacidade de litros do tambor de leite?

3) Coloque a quantidade de litros de leite no zero. Agora adicione 2 litros. Em seguida, volte para a quantidade zero. Adicione então 14 litros. Compare os dois valores (2 litros e 14 litros). Faça um esboço da situação no seu caderno. Qual deles é o maior? Explique.

4) Coloque a quantidade de litros de leite no zero. Agora retire 2 litros. Em seguida, volte para a quantidade zero. Retire então 14 litros. Compare os dois valores (-2 litros e -14 litros). Faça um esboço da situação no seu caderno. Qual deles é o menor? Explique.

MENU **VOLTAR** **QUESTÕES**

Estas questões que incluímos em nossa atividade têm o objetivo de auxiliar o aluno a compreender o que significa o zero no conjunto dos números inteiros (RF-set/06-G2).

Fig. 13 - Tela de questões elaborada pelo G2

Nas questões elaboradas pelo G1 parece haver uma preocupação com a construção da linguagem formal matemática; com a elaboração de uma fórmula de cálculo. Parece que há a intenção de que o aluno chegue a dois tipos de generalização: o da forma mais adequada geometricamente e o de uma fórmula que permita um cálculo rápido da área.

Encontramos, nas atividades elaboradas, fundamentalmente, duas preocupações didáticas: uma, o desenvolvimento conceitual em dois aspectos — da linguagem e da operacionalidade do conceito —; a outra diz respeito à interatividade com a máquina, planejada de modo que o aluno possa estar ativo perante os procedimentos do desenvolvimento conceitual. O aluno não é apenas um aplicador de fórmulas.

Estas atividades, dadas as características acima levantadas, podem ser analisadas do ponto de vista da Teoria da Atividade, desde que procurem criar um motivo para o aluno aprender conceitos matemáticos elementares. Esse motivo pode residir nas condições lúdicas do enredo da situação, no tipo de interatividade com a máquina que a atividade oferece e está vinculado a resolver as atividades como um todo, de modo a alcançar o objetivo de construir uma fórmula, como, por exemplo, para a área de uma superfície retangular. Sabemos, porém, que a atividade, por si só, não garante que o aluno, ao tentar desenvolvê-la, sentir-se-á motivado; mas, de qualquer forma, é possível projetar na atividade condições para que isso aconteça, e é esta projeção que supomos pertencer a estas atividades.

Entendemos que estes protagonistas utilizaram a tecnologia computacional para construir conhecimento, como uma máquina a ser ensinada, propondo a resolução de problemas a partir de várias idéias e situações que vão sendo construídas pelo aluno, no decorrer de seu uso, com propostas previamente planejadas e estruturadas pelo professor (VALENTE, 1998).

Como criamos a necessidade de os licenciandos utilizarem um ambiente computacional, por eles escolhido, para a produção de sua atividade, à medida que concretizavam suas idéias, iam, ali mesmo, construindo as questões relativas às atividades que seriam oferecidas aos alunos escolares para mediar o processo de construção do conhecimento matemático sobre os conceitos que abordaram.

O G1 fazia simulações na própria atividade em construção e buscava identificar alguns inesperados que podem surgir durante a movimentação de recobrimento dos espaços – pátios – delimitados com as figuras geométricas oferecidas (círculos, triângulos equiláteros e quadrados)

(Figura 8). A preocupação em não “podar” o raciocínio dos futuros alunos e em como levá-los a construir o conceito abordado também se fez presente nesse momento:

Um dos problemas que enfrentamos foi planejar a atividade computacional, as questões que levarão o aluno a construir o conceito de área. Essa foi a etapa do trabalho que olhei com mais carinho porque a maneira de propor uma atividade, pode ou não permitir que o aluno desenvolva seu conhecimento. E como a atividade de ensino tem uma ação formadora, é preciso ter cuidado para não “podar” o raciocínio do aluno durante a atividade (Marina, 7LM-G1, portfólio, set/06, grifos nossos).

Precisamos pensar muito em um modo de planejar a atividade computacional e levar nossos futuros alunos a compreender o conceito matemático sobre área de forma significativa e a partir daí, o professor mediar o trabalho de formalização deste conceito (Nataniel, 7LM-G1, portfólio, set/06).

Estes protagonistas parecem perceber que o computador não é mero “repassador” de informações e conteúdos, mas pode servir como um recurso pedagógico para tornar as aulas de matemática mais dinâmicas, investigativas e interessantes.

As questões elaboradas (Figura 12), segundo registros do G1, têm o objetivo de auxiliar na mediação do processo de investigação do aluno ao desenvolver tal atividade. Não significa uma transposição do livro didático para uma mídia computacional, mas a informatização de uma situação investigativa (CARDIM, 2008), uma situação que deve permear o processo de desenvolvimento do conceito de área de uma figura plana retangular pelo aluno do Ensino Fundamental.

O caráter dinâmico oferecido pelos *links* inseridos nas atividades confere também um diferencial ao que pode ser encontrado nos livros didáticos, pois o aluno escolar tem a todo o momento a facilidade de buscar informações no item “teoria” e também voltar ao item “atividade” todas as vezes que sentir necessidade (Figura 12). Nesta pesquisa, o caráter dinâmico inserido nas atividades representa um movimento de formação destes protagonistas, que parecem perceber que cada aluno escolar tem seu próprio ritmo de aprendizagem e pode seguir um caminho próprio para construir seu conhecimento. Este fato leva-nos a assumir a idéia de que a aprendizagem não ocorre em um processo linear para todos os indivíduos. Ao inserirem *links* nas atividades que produziam, parece-nos que os protagonistas estavam dispostos a quebrar com a

linearidade de questões curriculares e práticas (CARDIM, 2008), tornando-se abertos para diálogos interdisciplinares diante de situações que possam surgir.

Os questionamentos propostos (Figuras 12 e 13) oferecem condições para que os alunos explicitem suas idéias e representem seus conhecimentos e as relações estabelecidas durante a exploração das atividades. Porém, cabe ao professor da turma propiciar um momento de debate e confronto de idéias e opiniões, aspecto essencial para a construção de um conhecimento matemático formal.

Por meio de discussões, o professor pode entender

o ponto de vista do aluno, sua visão da matemática e de como se faz matemática; sua perspectiva sobre a natureza da atividade matemática; suas idéias sobre diversas maneiras de atacar problemas; sua perspectiva quanto às possibilidades que podem resultar da colaboração com colegas; sua dependência para pensar com objetos e materiais diversos (D'AMBRÓSIO, B., 2005, p.22).

O G1, ao utilizar o *software* Flash parece ter considerado a importância do movimento no ensino da geometria, propondo uma situação na qual os alunos são levados a pensar sobre os conceitos matemáticos abordados, e não simplesmente decorar ou aplicar regras e fórmulas de modo mecânico; a desenvolver o conceito matemático em questão, e não apenas verificar a ocorrência ou não da aprendizagem matemática. Parecem demonstrar também que a “interatividade do ambiente computacional aliada à criatividade do aluno – usuário da tecnologia – constituem-se em características fundamentais na compreensão da tecnologia” (MISKULIN; LANNER DE MOURA; SILVA, 2003, p.18) como um recurso didático:

Devido ao fato de precisarmos criar uma interação entre alunos e objeto via computador, decidimos utilizar o software "Flash" que supriria nossas necessidades de interatividade. Outro motivo desta escolha foi que o ambiente computacional "Flash" possibilita a visualização dos espaços a serem preenchidos e suas respectivas áreas, além de proporcionar grande interatividade, já que permite ao aluno uma postura ativa, em que este é capaz de manipular figuras, observar e comparar resultados e buscar a alternativa mais eficaz para descobrir a área procurada (RF-set/06-G1).

Estes protagonistas parecem acreditar serem boas aliadas, no processo de mediação do trabalho pedagógico pelo professor — o qual desempenha papel determinante na construção do conhecimento pelo aluno (MISKULIN, 2003) —, as questões que levem o aluno a refletir sobre situações investigadas. Tendo já previsto e formulado algumas questões “desafiantes, recortando-

as em vários problemas intermediários que possibilitam aos alunos deslocarem-se do problema principal” (MISKULIN, 2003, p.246), o professor pode oferecer oportunidade para os alunos investigarem, explorarem, divergirem sobre seus pontos de vista, discutirem e verificarem qual a melhor solução para a situação, possibilitando a formalização do conceito abordado.

Acreditamos que a atividade de ensino por nós produzida no ambiente computacional "Flash" pode favorecer a construção do conceito de área de figuras geométricas planas de forma interativa, pois permite ao aluno uma postura ativa ao manipular figuras, observar, comparar resultados e buscar a alternativa mais eficaz para descobrir a área procurada de maneira lúdica. Além disso, leva o aluno a compreender que tal conceito consiste no preenchimento de uma determinada superfície de acordo com a unidade de medida adotada e que melhor irá se adequar à situação e, só posteriormente, é sintetizado pela fórmula "base x altura". [...]. A postura que adotamos nesta atividade tende a diferir-se da que nos foi proposta em nossa vida escolar: a explicação do professor em sala de aula, que priorizava a apresentação e aplicações da fórmula "base x altura", restando-nos uma atitude passiva, isentos de uma compreensão efetiva e significativa do conceito abordado. Em nossa atividade cada aluno pode seguir no seu próprio ritmo e visitando os links sobre "teoria", "atividade" e "questões" (RF-set/06-G1).

Pensamos em propor questões que possam nortear as relações que os alunos podem ir estabelecendo, o que pode auxiliar o trabalho do professor. Além disso, não é preciso que o aluno faça toda a exploração enchendo e esvaziando o recipiente. Ele pode ir e voltar na atividade e nas questões. No entanto, cabe ao professor mediar a atividade buscando a formalização do conceito matemático abordado. (RF-set/06-G2).

Assim como Lanner de Moura, Miskulin e Melo (2000) constataram em sua pesquisa, também verificamos que a utilização de ambientes computacionais na produção de atividades computacionais de ensino trouxe inovação para a abordagem tradicional de ensino “quanto à linearidade de sua apresentação e do desenvolvimento do conteúdo” (p.149). A tecnologia computacional possibilita a não-linearidade do pensamento. Um pensamento que “busca a totalidade, as interações, a integração para o encontro de soluções para os problemas e os desafios apresentados em nosso dia-a-dia” (MORAES, 1997, p.27).

Podemos inferir que os grupos se encontram imersos em uma prática segundo a perspectiva histórico-cultural, na qual

perguntas são recursos para fazer interações, pontes para manter a aprendizagem ativa, estimular a reflexão, incentivar as perguntas dos educandos, estimular os educandos a expressar seus pensamentos e suas dúvidas. As perguntas são recursos que podem estimular a sensibilização para o processo e a promoção do intercâmbio social quando as respostas são socializadas e utilizadas pedagogicamente para possibilitar a aprendizagem (BORGES, 2000, pp.76-77).

Parece-nos que os protagonistas desta investigação acreditam na importância de que a atividade de ensino tenha um caráter interativo, propiciando ao aluno escolar a oportunidade de levantar hipóteses, criar, investigar e buscar soluções adequadas a cada situação encontrada, mediados pelo professor. Julgam importante também que o professor tenha como objetivo principal a formalização do conceito trabalhado de forma prazerosa e dinâmica, como podemos depreender da fala abaixo:

Nosso grupo procurou elaborar uma atividade na qual o aluno possa interagir dinamicamente com a situação. No entanto, o professor precisará formalizar o conceito envolvido na atividade, pois entendemos que nenhum material, sozinho, construirá o conhecimento pelo aluno. É preciso haver uma interação entre alunos, aluno-professor, aluno-material didático para que a aprendizagem ocorra (RF-set/06-G3).

Sobre o aspecto interativo, Rivina (1996) afirma que

a interação que ocorre no interior de uma atividade lúdica aumenta, em muito, a motivação das crianças que estão em busca de solução para problemas matemáticos e acarreta uma maior atividade cognitiva, contribuindo para o desenvolvimento do pensamento criador de imagens ou metáforas, etc (p.141).

Ao analisarmos a postura adotada para a produção das atividades que planejaram, notamos que os grupos parecem ter entendido que a escolha de instrumentos mediadores – as situações-problema elaboradas (Figuras 12 e 13) – passou a ser intencionalmente articulada com os objetivos propostos para as atividades em produção e constituiu um elemento diferenciador para elas.

Nossa dificuldade maior foi relacionar o software¹²⁴ com a atividade de ensino sobre funções do 1º grau. Depois da discussão no grupo e do auxílio da professora é que eu fui entender melhor. E, durante o desenvolvimento deste trabalho percebi a importância de abordar situações reais que abordem o cotidiano do aluno e isto me levou a pesquisar metodologias de

ensino para um melhor aproveitamento dos alunos (Gabriela, 8LM-G3, portfólio, set/06).

O professor precisa conhecer e dominar bem o computador. Apesar de saber que é necessário buscar mudanças metodológicas e conhecimentos teóricos que vinculem a construção do conhecimento matemático com situações do cotidiano, é um pouco trabalhoso transferir isso para a máquina e, muitas vezes é difícil, dependendo do conhecimento que cada professor tem do ambiente a ser trabalhado (Gustavo, 7LM-G3, portfólio, set/06).

A princípio achei a proposta de produzir uma atividade computacional difícil, pois tínhamos que nos preocupar com muitos detalhes e, acima de tudo, se o modo de propormos a situação levaria ao alcance dos objetivos, já que não pensamos da mesma forma que os alunos do Ensino Fundamental (Paula, 7LM-G1, portfólio, set/06).

Pelas manifestações em seus portfólios, inferimos que estes protagonistas encontraram certas dificuldades em desenvolver uma atividade como a que lhes foi proposta e perceberam o quanto foi exigido recorrer a conhecimentos matemáticos diversos; perceberam ainda que apenas esses conhecimentos teóricos específicos não garantem o ensino de conceitos matemáticos (CARDIM, 2008). É necessário que haja, também, um planejamento das atividades a serem propostas e a utilização de conhecimentos didático-pedagógicos relativos a como ensinar.

O fato de terem vivenciado atividades de ensino e terem tido a necessidade de representar seus conhecimentos (re)significados em um ambiente computacional (MISKULIN; LANNER DE MOURA; SILVA, 2003) para a produção de uma atividade computacional de ensino de matemática proporcionou aos integrantes do G1 perceber que o conceito de área e o modo de calcular uma área são diferentes.

A atividade de ensino como a que vivenciamos sobre VOLUME e esta que produzimos podem auxiliar muitos professores a ensinar seus alunos a entenderem o conceito de volume. Ela estimula o aluno a pensar, desenvolver suas capacidades de assimilação. É disso que nosso sistema de ensino precisa: de alunos que além de dominar os cálculos compreendam os conceitos matemáticos (Denise, 7LM-G1, portfólio, set/06).

Ao refletir sobre as diversas maneiras de se trabalhar conceitos geométricos com os alunos cheguei à conclusão que é imprescindível que eles compreendam o que estão fazendo, o que estão calculando, ou seja, que entendam que volume, por exemplo, é o espaço ocupado por um objeto e não só ' $Ab^{125} \times h^{126}$ ' ou ' $\text{comprimento} \times \text{altura} \times \text{largura}$ ', como fomos

acostumados a fazer e os alunos de hoje ainda fazem (digo isto pelo que tenho visto nos estágios). Na produção da atividade computacional de ensino 'Construindo o conceito de área' procuramos um caminho para levar o aluno a entender que área é a representação do espaço plano preenchido e não a fórmula 'b x h' (Paula, 7LM-G1, portfólio, set/O6, grifos nossos).

Entendemos que, ao (re)significar tal conceito para si mesmos, foi gerado um motivo para este grupo, levando-o a representar seu conhecimento por meio da produção de uma atividade computacional de ensino na qual seus futuros alunos possam perceber tal diferença e ter claro o conceito abordado. Temos aí a atividade de ensino contribuindo para a formação do futuro professor.

5.2 Algumas reflexões sobre o processo de produção de atividades computacionais de ensino na formação inicial do professor de matemática

Pelas análises realizadas, depreendemos que a vivência de todo o processo de produção de atividades computacionais de ensino de matemática trouxe implicações didáticas diversas para a formação dos protagonistas envolvidos nesta pesquisa, propiciando o pensar sobre o ensino de matemática. Encontramos registros que demonstram incertezas destes protagonistas, ao iniciarem suas reflexões — no processo de planejamento — sobre a escolha do conteúdo matemático e do *software* mais propício para a situação escolhida para a produção da atividade computacional de ensino que iriam elaborar, e revelam a preocupação com a realidade de diversos professores brasileiros:

Ao depararmos com a proposta de produzir uma atividade de ensino, ocorreu um confronto de idéias entre os integrantes do grupo. A meu ver foi um desafio para todos o desenvolvimento dessa atividade e, ao escolher o processo que seria desenvolvido, as dúvidas se aglomeraram em meus pensamentos. Não sabíamos ao certo se a idéia estava boa, se conseguiríamos fazer tudo que tínhamos planejado a tempo e se haveria a cooperação de todos (Denise, 7LM-G1, portfólio, set/O6).

Como trabalhar o tema área com o uso da informática? Como produzir uma atividade de ensino na máquina? De que forma poderemos construir uma atividade que instigue nossos alunos a investigar? (Marina, 7LM-G1, portfólio, set/O6).

Assumi uma postura jamais imaginada: a de professor de Ensino Médio, para que assim pudesse obter um equilíbrio entre conteúdo e ferramenta de ensino, podendo então elaborar uma atividade centrada nos artifícios ao estímulo dos pensamentos crítico, lógico e dedutivo de cada indivíduo. Nessa hora pude vislumbrar de perto as dificuldades enfrentadas por professores, pois se eu, possuindo algum conhecimento de máquina estava imerso em dúvidas e problemas para implementar uma atividade de ensino em um ambiente computacional, o que pensar daqueles professores largados ao acaso pelos governantes? (Rodrigo, 7LM-G1, depoimento audiogravado, 12/09/06).

Estes licenciandos demonstram, em suas reflexões, preocupação com a realidade do ensino e parecem desejar criar ambientes investigativos a seus futuros alunos, situações de ensino nas quais estes possam representar seus conhecimentos matemáticos, atribuindo significados próprios aos conceitos envolvidos.

Outro aspecto que destacamos é o fato de que os protagonistas, ao vivenciarem a produção de uma atividade computacional de ensino, parecem vislumbrar novas perspectivas para futuros trabalhos e têm a percepção da necessidade de questionar, de desafiar os alunos durante as aulas. Moura (2000, p.9) escreve que “ao agir sobre o objeto também nos modificamos e, sendo assim, passamos a ver os objetos de modo diferente à medida que interagimos com eles”. Os estudantes percebem-se produtores de idéias, ao planejar e elaborar as atividades propostas na disciplina Informática e Ensino. Captam o movimento de seus pensamentos enquanto produzem, enquanto eles próprios estão em atividade:

Ao produzir a atividade de ensino percebi como devo abordar os conceitos para os alunos, a importância de questionar sempre durante as aulas e isto enriqueceu minha formação profissional e me mostrou novas possibilidades para produção de uma nova atividade de ensino (Denise, 7LM-G1, portfólio, set/06).

Numa atividade de ensino é preciso estabelecer metas e objetivos bem definidos e, além disso, ela precisa ser avaliada permanentemente. O professor deve fazer intervenções para que o aluno compreenda os conceitos e não só os reproduza mecanicamente (Eduardo, 7LM-G2, portfólio, set/06).

Para elaborar uma atividade de ensino no computador, percebemos que o mais difícil é a criação de ambientes interativos de aprendizagens nos quais o aluno possa construir o seu conhecimento, ao invés de o professor transmitir-lhe informações. Acreditamos que, por isso, diversos professores

não abrem mão de suas práticas. Infelizmente a formação em informática, propriamente pedagógica, está sendo trabalhada no último ano de faculdade. Contudo, temos a certeza que levaremos muitos conhecimentos que poderão ser utilizados em nossa prática docente, pois percebemos que é necessário que o professor pense como vai desenvolver uma atividade e questionar quais instrumentos, tecnologia pode usar para atingir seus objetivos e seus alunos (RF-set/06-G2).

De suas reflexões podemos inferir que percebiam a necessidade de produzir uma atividade computacional de ensino que abrangesse dois motivos: “o que o aluno quer aprender e o que o professor ensina” (MOURA, 2003, p.134). Parece-nos que os grupos preocuparam-se em ter a interatividade como atrativo para que o aluno se envolva no contexto da atividade computacional produzida, propiciando-lhe a construção do seu conhecimento de forma significativa, reflexiva e ativa.

O fato de os protagonistas refletirem sobre a experiência vivida e a relatarem em seus portfólios, como apresentado acima, lembra-nos Moura (2000), quando pontua que “o professor que não reflete sobre o seu objeto de trabalho se aliena de seu processo e de seu produto. Não ‘vê’ a sua finalidade, não o valoriza. Seu trabalho, desse modo, deixa de ser atividade” (p.29).

No processo de planejar a atividade computacional de ensino, diversas questões surgem, no pensamento dos licenciandos, permeadas por reflexões que procuram direcionar para a síntese do problema. Supomos que esse momento se refira à tomada de consciência da necessidade de reflexão sobre o como ensinar um conceito matemático para um futuro aluno, ou seja, representa um significado da prática pedagógica futura. Entendemos, ainda, que as atividades computacionais de ensino produzidas pelos três grupos de protagonistas podem possibilitar aos alunos escolares a investigação e o desenvolvimento dos conceitos abordados em cada uma delas, e não apenas a verificação da ocorrência ou não da aprendizagem.

Dentre as reflexões dos grupos no sentido de significar a futura prática pedagógica, podemos destacar que entenderam que é importante o professor, cada vez mais, respeitar o ritmo de aprendizagem de cada aluno, valorizando também o saber pensar e não só o saber fazer (LIMA, 1998). Afirmam, como apresentado acima na reflexão de Eduardo e abaixo, por Vivian, ser importante que se proporcionem aos alunos situações para que reflitam sobre o que fazer, para, assim, dar sentido e significado próprio aos conteúdos matemáticos e não apenas reproduzi-los mecanicamente. E, para que isso ocorra, “cabe ao professor favorecer o desenvolvimento das

potencialidades deles [alunos] por meio da utilização de diferentes recursos didáticos, sejam eles manipulativos, visuais ou verbais” (LORENZATO, 2006b, p.35).

Estas aulas têm me mostrado que como professora terei de ser a incentivadora e questionadora da aprendizagem de meus futuros alunos e não uma simples transmissora de informação. Devo sim assumir o papel de mediadora entre o conhecimento matemático e a construção do conhecimento pelo aluno. Espero que, quando estiver atuando, consiga ministrar aulas interativas, questionadoras, desafiadoras e que deixem na vida de cada aluno, pelo menos, pequenos significados (Vivian, 8LM-G3, portfólio, set/06).

Ao procurar caminhos para a produção da atividade computacional de ensino e respostas para as questões que surgem, novas dúvidas, hesitações, inesperados, dilemas (CARAÇA, 2000) aparecem, como vemos na reflexão que segue:

Como iremos proporcionar um ambiente de compreensão significativa na atividade de ensino a ser produzida? Pensar nisso foi muito importante porque estimulou uma discussão entre o grupo, respeitando, é claro, as diferentes opiniões. Aos poucos fui percebendo que existia uma barreira entre nossas idéias e a máquina porque nem tudo conseguiríamos transferir, ou até mesmo implementar na atividade (Marina, 7LM-G1, portfólio, set/06).

Pensar nessas questões individualmente leva o futuro professor a refletir sobre o que irá propor, a cogitar algumas possibilidades de respostas que, ao apresentá-las no pequeno grupo, podem ser aceitas ou totalmente rejeitadas, havendo sempre o respeito pelo outro. É importante percebermos que Marina esteve atenta a produzir uma atividade na qual os alunos escolares possam desenvolver significados próprios para os conteúdos abordados. Talvez, para esta aluna, o maior avanço obtido durante a disciplina Informática e Ensino tenha consistido no fato de conseguir expressar seus conhecimentos matemáticos (re)significados no contexto tecnológico (LANNER DE MOURA; MISKULIN; MELO, 2000).

Entendemos que uma atividade de ensino para o professor é aquela que procura relacionar os “objetivos de educar alguém com o de querer ser educado em alguma coisa” (MOURA, 1996, p.40). Com vistas a esta idéia, os protagonistas desta pesquisa procuraram criar situações-problema, cada uma delas chamada por eles de *situação interativa*, para gerar nos alunos imaginados um motivo para envolver-se em uma proposta de investigação matemática, buscando

convergir os motivos de ensinar e aprender para um mesmo ponto, a fim de propiciar a construção de conhecimentos matemáticos significativos.

Nas situações produzidas pelos grupos, encontramos elementos, indicados por Moura (1996), que definem uma atividade orientadora de ensino e que adaptamos para a produção das atividades computacionais de ensino. São eles: proposta de uma situação-problema capaz de colocar o pensamento da criança em movimento; relação com a atividade principal, ao propor um problema em que o conteúdo matemático se faz presente, sem deixar de lado a interatividade e a ludicidade para o aluno. No entanto, como criar um motivo para que o educando se envolva com o problema?

Para resolver esta questão, o G1 e o G2 optaram por criar situações interativas que possam convidar os futuros alunos do Ensino Fundamental a envolver-se nas atividades que os licenciandos produziam. O G3, pensando em auxiliar os alunos do Ensino Médio no entendimento do conceito de função, procurou adaptar a atividade de ensino que tratava do soldado caminhando pela floresta¹²⁷ e que haviam vivenciado para o ambiente computacional Cabri Géomètre II. Essas propostas tiveram como objetivo gerar nos futuros alunos uma necessidade, de modo que as ações que possam desenvolver na busca da solução da situação estejam de acordo com o motivo que os levará agir e, desse modo, possam, de fato, estar em atividade.

Pelas análises realizadas dos materiais produzidos pelos protagonistas desta investigação, depreendemos que os grupos estiveram em atividade, pois procuraram atuar sobre a realidade que os cercava naquele momento, procurando modificá-la e modificar-se. Neste movimento, os protagonistas estavam com as funções psicológicas ativas (VIGOTSKI, 1998). O vínculo estabelecido entre estes licenciandos e a atividade que produziam foi tão forte que os alunos imaginados por eles nos pareciam (parecem) reais. Talvez isso tenha ocorrido pelo fato de reportarem as ações e idéias que tinham aos alunos do campo de estágio no qual estavam inseridos.

Julgamos que a produção de atividades computacionais de ensino concretiza-se, em uma atividade de formação, à medida que os licenciandos planejam as ações que deverão constar da proposta e também avaliam o produto obtido a partir do compartilhamento e da integração das ações individuais, para que o objetivo maior seja atingido. Nesse processo e para que a aprendizagem ocorra, aspectos sociais, psicológicos, afetivos e cognitivos estarão envolvidos

(MOURA, 1996) e presentes no modo de o futuro professor olhar para o ensino de matemática e para o seu objetivo de educar alguém, bem como para a importância da mediação pedagógica de todo o trabalho pelo professor. Podemos perceber esses elementos didáticos presentes nas reflexões que seguem:

Os momentos que passei realizando este trabalho final serviram para que eu refletisse um pouco mais a respeito do que realmente é uma atividade de ensino. A princípio reclamei um pouco com você²⁸ a respeito do trabalho, mas hoje tenho a consciência de como planejar uma atividade para um aluno. [...]. Aprendi a separar um momento para reflexão, para "pensar sobre" o que estava fazendo, a criar e não aceitar tudo sem questionar. Tive provas de que o papel do professor é fundamental durante todo o processo de ensino-aprendizagem. Obrigada, professora! (Marina, 7LM-G1, portfólio, set/06).

Achei muito interessante, produtivo e satisfatória a produção da atividade computacional de ensino. Vejo que, dessa forma, o aluno é incentivado a aprender, assumindo uma postura ativa e investigativa; a compreensão dos conceitos acontece de forma criativa e significativa, promovendo, assim, uma aprendizagem efetiva e prazerosa, diferentemente das atividades rotineiras e exaustivas comumente realizadas em sala de aula (Paula, 7LM-G1, portfólio, set/06).

Só por meio da produção da atividade computacional de ensino pude compreender o real sentido desta. Quando propomos uma atividade de ensino para nossos alunos, devemos ter em mente "direcionar" o pensamento destes, levando-os a um pensamento mais geral e prático sobre o tema abordado. Por exemplo, em nosso caso, nós visamos em nosso trabalho que os alunos fossem capazes de generalizar o conceito de área de figuras planas como o quadrado e o retângulo após terem entendido muito bem o que significa realmente área. Acho que vivenciando uma atividade de ensino bem elaborada, o conhecimento como um todo pode ser obtido pelos alunos de uma forma mais prazerosa e mais contundente, ou melhor, eles obterão um conhecimento não apenas superficial, mas sim para toda a vida (Rodrigo, 7LM-G1, portfólio, set/06).

Particularmente não sou a favor do ensino da matemática de forma mecanizada e repetitiva que, em minha opinião, forma verdadeiros "robôs". O educador tem que ser mais do que isso. Tem que buscar formar pessoas capazes de pensar e tomar decisões sábias não apenas no âmbito escolar, mas na sociedade em geral (Roberto, 7LM-G2, portfólio, set/06).

Parece-nos que estas reflexões destes protagonistas encontram fundamento no que nos diz Gravina e Santarosa (1998), quando alegam que, ao pensarmos em utilizar ambientes computacionais no ensino de matemática e

para que haja avanço no conhecimento matemático, é importante que o professor projete as atividades a serem desenvolvidas. Uma tarefa difícil é conciliar o que se julga importante a ser aprendido (e é a matemática socialmente aceita que fornece os parâmetros para tal) com a liberdade de ação do aluno. [...]. Não basta colocar à disposição do aluno um programa de construção em Geometria; o aluno certamente vai aprender alguma coisa. Mas a apropriação de idéias matemáticas significativas nem sempre acontece de forma espontânea, mesmo nestes ambientes, e assim um trabalho de orientação por parte do professor se faz necessário. São os desafios propostos pelo professor que vão orientar o trabalho, desafios estes que se tornam de genuíno interesse dos alunos, desde que não sejam privados de suas ações e explorações (p.21).

As atividades computacionais criadas¹²⁹ pelos grupos podem oferecer a possibilidade de o aluno adentrar em um mundo de fantasia, no qual possa criar ou representar uma idéia, expor seus conhecimentos, organizá-los e/ou formulá-los diante das dificuldades que se fazem presentes, elaborando ou (re)significando conceitos matemáticos. Esta idéia encontra fundamento em Lanner de Moura (1995), que defende que, quando a criança cria um símbolo ou uma palavra e com esta representa um pensamento ou uma ação, a imaginação, além da afetividade e do emocional, também se faz presente. E, ao discorrer sobre imaginação, a autora considera que esta “é a base de toda a atividade criadora, aquela que possibilita a criação artística, científica e técnica. Neste sentido, tudo o que nos rodeia e que não é natureza é fruto da imaginação humana” (p.22). Também afirma que “a imaginação tem um papel importante no desenvolvimento da criança, de forma a ampliar sua capacidade humana de projetar suas experiências, de poder conceber o relato e experiências dos outros” (p.23).

A característica que a interface com o computador introduz no processo de aprendizagem da matemática é potencializar a capacidade de resolver desafios, pelo caráter dinâmico das variáveis que se colocam nesta ação; ao mesmo tempo, há maior motivação para os alunos, que podem concentrar suas atenções na criação e na construção de possíveis soluções para as situações-problema encontradas (MARCO, 2004). O fascínio pela máquina gera a concentração do aluno no que está realizando e torna a utilização de ambientes computacionais mais favorável que o livro e a lousa isolados, *se* mediados pelo professor.

O trabalho de formação de professores e de produção de atividades computacionais de ensino que desenvolvemos com alunos do curso de Matemática apontou indicadores da

contribuição da tecnologia computacional e da atividade de ensino para a formação do futuro professor. Fazemos essa inferência com base no que os protagonistas sentiram: a necessidade de pesquisar e aprofundar seus conhecimentos teóricos, matemáticos e metodológicos, procurando sanar “falhas” advindas de sua formação escolar, como expresso na reflexão abaixo:

A produção da atividade computacional motivou uma série de pesquisas e me levou a realizar buscas avançadas em livros didáticos, históricos e sites, a fim de conhecer aspectos históricos, teóricos e metodológicos abrangentes e viáveis para o desenvolvimento da atividade. Achei interessante ver como os povos antigos pensaram em construir e sistematizar o conceito e o cálculo de área diante das necessidades cotidianas que se deparavam. Estas referências históricas devem ser mostradas aos alunos, para que compreendam os motivos que desencadearam o surgimento do conceito, bem como suas aplicações, práticas para que, assim, possam incorporá-lo, utilizando as estratégias feitas em sala de aula para resolver problemas do seu próprio dia-a-dia. Só agora, quase me formando, consegui perceber isto. (Paula, 7LM-G1, portfólio, set/06).

Cada grupo teve a oportunidade de escolher o tema para a sua atividade e aprender mais sobre ele nos momentos de pesquisas. A proposta de trabalho gerou certa autonomia em Paula, motivando-a a pesquisar, aprofundar seus conhecimentos matemáticos e os aspectos históricos, teóricos e metodológicos que englobam o ensino do conceito de área para o desenvolvimento da atividade que seu grupo produzia. A aluna pôde melhor elaborar o conceito de área para si e, possivelmente, para seus futuros alunos, que certamente terão condições de construir seus próprios conhecimentos e refletir sobre as diferenças ocasionadas ao adotar padrões diferentes de medida e, posteriormente, formalizar ou até mesmo generalizar fórmulas que facilitam e agilizam cálculos matemáticos.

Sobre o aperfeiçoamento de conhecimentos teóricos e didáticos para produzir uma atividade de ensino, Moretti (2007) lembra-nos que na

busca de soluções para esse problema o professor lida com o conceito a ser ensinado, com a história desse conceito, com os materiais didáticos que elegerá como adequados às suas necessidades e com a organização intencional de suas ações de modo a viabilizar o movimento indivíduo-coletivo na negociação de significados sobre o conceito em jogo (pp.8-9).

Para Moura (1996),

a atividade deve manter uma dinâmica que permita a interação dos vários conhecimentos individuais com o objetivo de aprofundar cada vez mais os conceitos em jogo. Ela deverá permitir tornar coletivos aqueles conhecimentos adquiridos pelos vários sujeitos em suas realidades sociais específicas, de modo que todos possam perceber o conhecimento como conjunto de saberes que permite a leitura e intervenção objetiva nas naturezas física e social (p.33).

Essas idéias, aliadas ao trabalho de produção de atividades computacionais de ensino, além de terem exigido dos protagonistas a articulação das características teóricas e didáticas de uma atividade de ensino, como nos lembra Moretti (2007), exigiram-lhes pensar em uma forma de representar o conhecimento matemático em um ambiente computacional, para que futuros alunos tenham condições de desenvolver o conceito matemático envolvido na atividade que produziam. Sobre este aspecto, Miskulin, Lanner de Moura e Silva (2003) lembram-nos que “a representação da idéia ou de um conceito através da mídia computacional requer do aluno conhecimentos e habilidades relacionados às características computacionais do ambiente trabalhado e às relações estabelecidas com o conhecimento a ser expresso” (p.14). Este aluno, nesta pesquisa, refere-se ao licenciando, que pôde utilizar-se de imagens, sons, ícones, entre outros, para representar tal conhecimento, constituindo o que as autoras denominam de intermodalidade¹³⁰, que permite ao sujeito fazer as modificações necessárias para organizar suas idéias iniciais diante das representações realizadas, podendo operar sobre elas (MISKULIN; LANNER DE MOURA; SILVA, 2003).

Ao produzirem as atividades computacionais de ensino, os grupos puderam apropriar-se de novos conhecimentos sobre o ensino da matemática e vislumbrar diferentes perspectivas deste, configurando um compartilhamento de idéias e experiências:

Esta experiência muito contribuiu para a formação dos integrantes do grupo enquanto futuros docentes, pois descobrimos novas possibilidades de ensino via computador que podem facilitar o ensino, a aprendizagem e o interesse tanto por parte dos alunos quanto pelos professores (RF-set/06-G1).

O mais relevante de toda essa elaboração da atividade computacional de ensino foi a discussão intensa e significativa no nosso grupo. Vimos que todos tinham muitas idéias e argumentos a acrescentar na atividade, o que a deixava cada vez mais rica em conteúdo didático, mas era mais difícil representar nossas idéias no software escolhido (o Flash). Penso que o envolvimento de todos contribuiu para que produzíssemos uma boa atividade. (Enzo, 7LM-G2, portfólio, set/06).

Diante de nossa imersão no contexto da dinâmica da sala de aula na disciplina Informática e Ensino, entendemos que não só a produção das atividades computacionais de ensino possibilitou a construção de saberes pedagógicos para estes protagonistas; foram importantes também toda a discussão teórica e prática ocorrida nos momentos de vivência das atividades de ensino e a apresentação das atividades computacionais produzidas a seus pares. Esse movimento também propiciou aos protagonistas o entendimento de que a utilização dos computadores no ensino de matemática pode tornar-se um auxiliar do trabalho mecânico e repetitivo do homem, potencializando seu pensamento (KOPNIN, 1978) e possibilitando-lhe estabelecer novas relações matemáticas, como inferimos da fala que segue:

Percebi que a escolha do ambiente computacional e o modo como a atividade é proposta também contribuem para desafiar o aluno a se envolver na situação e não tornar aquela atividade uma tarefa mecânica. É importante que a atividade a ser realizada chame sua atenção, fazendo com que sinta vontade de agir sobre ela para realizar descobertas, testar hipóteses, comparar resultados e formular conclusões. No computador, na atividade que produzimos³¹, o aluno pode fazer estes testes e construir seu conhecimento manipulando figuras, recorrendo à teoria de maneira rápida, visualizar as modificações ocorridas. Até para mim foi um desafio, pois tive que pensar em diferentes formas de representar os novos conhecimentos (Paula, TLM-G1, portfólio, set/06).

Entendemos que a implementação de atividades como as utilizadas nesta pesquisa pode resgatar e favorecer a “exploração de conceitos matemáticos por meio de uma abordagem metodológica diferenciada que auxilia no processo de exploração, visualização e representação do conceito matemático.” (MISKULIN; ESCHER; SILVA, 2007, p.35). O trabalho com ambientes computacionais gera outras formas de representar o conhecimento, gera novas relações matemáticas que nem sempre são facilmente representadas nos ambientes escolhidos. Além disso, “ao se discutir as implicações, na prática docente, da inserção da tecnologia computacional na sala de aula ainda no processo de formação inicial, os protagonistas têm a possibilidade de orientar sua futura prática” (CARDIM, 2008, p.146), pois, em um ambiente computacional, o aluno pode ter maior liberdade de explorar e investigar hipóteses matemáticas, o que pode gerar situações inesperadas e de não-domínio pelo professor.

Nesta pesquisa, na produção das atividades computacionais de ensino de matemática, os grupos tinham uma proposta de elaboração de uma atividade computacional, proposta esta

intencionalmente planejada para gerar uma necessidade no licenciando: a exigência da disciplina Informática e Ensino. Pressupunha-se que esta proposta pudesse tornar-se um motivo que mobilizasse o licenciando em uma atividade de produção de atividades, envolvendo o desenvolvimento de conceitos matemáticos para seus futuros alunos. Cada grupo tinha um objetivo, mas que era comum a todos: produzir uma atividade computacional de ensino de matemática que levasse o aluno escolar a compreender significativamente conceitos matemáticos. Cada grupo tinha o mesmo objeto: o ensino de conceitos matemáticos. Cada componente do grupo tinha uma ação diferente: um deveria criar uma história/situação-problema envolvente para um aluno do Ensino Fundamental ou Médio, outro criaria questões que os grupos entenderam necessárias para mediar o desenvolvimento do conceito matemático abordado, outro buscaria o *software* que melhor se adequaria aos objetivos de cada atividade em planejamento. Cada componente ainda deveria operacionalizar a sua ação e apresentá-la ao seu grupo.

Apesar de termos criado a necessidade, os protagonistas desta pesquisa estiveram envolvidos de modo integral nas situações que se desencadearam durante a produção de atividades computacionais de ensino. Todo o processo percorrido por eles constituiu-se de inesperados de diferentes naturezas, o que os levou a mobilizar seu pensamento e suas ações para resolver o problema encontrado; estiveram, portanto, em constante atividade.

A participação na exposição, ao final da disciplina, dos diversos trabalhos produzidos pelos demais colegas, foi um ponto importante para a aquisição de diferentes modos de conceber o ensino da matemática, utilizando ambientes computacionais, pois permitiu tornar coletivos os conhecimentos adquiridos pelos vários sujeitos durante a produção das atividades em suas realidades específicas.

Alguns alunos explicitaram em seus portfólios a dificuldade que tiveram em produzir suas atividades computacionais, o que evidencia a não-familiarização com ambientes computacionais educacionais, o que não pôde ser superado em um semestre letivo, tempo destinado à disciplina Informática e Ensino. Esta informação nos leva a entender que apenas um semestre de curso destinado a estudar as potencialidades e limitações de *softwares* educacionais parece ser insuficiente.

Diante dessas reflexões, recorreremos a Lanner de Moura, Miskulin e Melo (2000), quando afirmam que a formação de professores

constitui uma das instâncias onde a utilização do computador como ferramenta pode contribuir para a construção de uma nova cultura profissional. Uma construção que integre a ferramenta à atividade humana do professor, bem como os saberes tecnológicos oriundos de uma ação construtiva do professor sobre a máquina (p.151).

Nesta pesquisa, o futuro professor, ao produzir as atividades computacionais para futuros alunos, no espaço da disciplina Informática e Ensino, pode tornar sua a necessidade didática do computador como potencializador da aprendizagem matemática do aluno, elemento de planejamento de sua atividade pedagógica e, possivelmente, de uma nova cultura profissional.

Considerações Finais

... os objetivos de aprendizagem que esperamos dos alunos devem ser, antes, objetivos da formação de professores... .
(LIBÂNEO, 2004, p.22).

As inquietações que nos levaram a realizar esta pesquisa estão relacionadas à nossa formação como professora de matemática, de nossa vivência em cursos de formação continuada de professores do Ensino Fundamental e Médio e em cursos de Especialização *Lato Sensu*. A utilização de recursos computacionais mostrava-se praticamente ausente nesses variados contextos da formação dos professores de matemática. Este fato nos fazia questionar sobre o papel e a importância da inserção e da utilização desse recurso, com a mediação do professor, no processo de formação de professores de matemática.

A proposta de ministrarmos a disciplina intitulada Informática e Ensino no curso de Matemática da Universidade Federal de Uberlândia levou-nos a vislumbrar a oportunidade de colocar em prática uma formação inicial de professores que leve em consideração os aspectos que nos afligiam desde nossa própria formação: como o professor pode utilizar ambientes computacionais para produzir atividades de ensino que possam desencadear e desenvolver, em seu futuro aluno, a necessidade e o motivo para envolver-se em um processo de pensar conceitos matemáticos de modo significativo?

Entretecendo nossas vivências e a participação em eventos e cursos acadêmicos com a voz de diferentes autores, buscamos fundamentar teoricamente nosso objeto de pesquisa e fazer emergir a autoria deste trabalho.

Nossa questão de investigação foi sendo lapidada aos poucos, para propiciar uma expressão mais autêntica de nossa inquietação. Após escritas e reescritas, chegamos à seguinte questão norteadora: *Quais implicações didáticas para a formação inicial do professor de matemática podem ser produzidas pela vivência de atividades de ensino e pela produção de atividades computacionais de ensino pelos licenciandos?*

Para podermos melhor estudar nosso objeto, imergimos no ambiente de formação de futuros professores de matemática – a disciplina Informática e Ensino –, utilizando a pesquisa qualitativa e interpretativa para apoiar-nos. Autores da teoria histórico-cultural também foram nossos interlocutores em todo o processo.

Fundamentando-nos nas idéias de Vigotski, Davydov e Leontiev, inserimo-nos na proposta de formação que estávamos investigando e, junto com os licenciandos, fizemos parte do movimento vivido por eles, deixando-nos levar por caminhos não previstos *a priori*.

Nesse contexto de pesquisa, a vivência de atividades de ensino sobre o desenvolvimento conceitual permitiu que os protagonistas, a partir dos próprios entendimentos, reformulassem e (re)elaborassem, o seu pensar matemático. Durante o estudo das atividades, foi gerada a necessidade de os licenciandos projetarem-se profissionalmente, à medida que passaram a fazer relação direta entre o que estavam aprendendo e o que ensinariam futuramente.

Durante o desenvolvimento da disciplina Informática e Ensino, fizemos *isolados* para nossa pesquisa e os consideramos como um conjunto de dados que evidenciam interatividade, (re)significação conceitual e significação da futura prática pedagógica, além de possibilitar-nos encontrar “ações reveladoras do processo de formação dos sujeitos participantes.” (MOURA, 2004, p.272). É importante destacarmos que, para a disciplina, tínhamos vários outros elementos que não selecionamos para a pesquisa. No entanto, a escrita dos portfólios, a vivência das atividades de ensino e a produção das atividades computacionais de ensino serviram como elementos unificadores entre disciplina e pesquisa.

Por meio deste estudo, pudemos ter indicações de que os protagonistas puderam caminhar no sentido de aperfeiçoarem-se tanto na postura crítica quanto no modo de analisar os *softwares*, ditos educacionais, existentes no mercado e, a estes, aliar conteúdos matemáticos para os Ensinos Fundamental ou Médio:

Hoje, ao final da disciplina, posso dizer que aprendi, compreendi e amadureci um pouco mais em relação ao ensino da matemática e a utilização de

softwares. Posso afirmar que sei um "pouquinho" mais o que é procurar ser um bom professor, utilizar a informática como um suporte para minhas futuras aulas (Laura, 2CM, portfólio, set/06).

A disciplina Informática e Ensino contribuiu muito para um melhor entendimento do que é ministrar aula. Até então, acreditava que uma aula, para ser mais atraente, deveria ter um professor engraçado. Hoje, digo que consigo entender como utilizar ambientes computacionais e produzir uma atividade de ensino, não apenas em relação aos softwares, mas pensando no modo como criar necessidades em meus futuros alunos para aprender (Carla, 2CM, portfólio, set/06).

Estes protagonistas parecem reconhecer que a disciplina Informática e Ensino marcou sua preparação profissional em relação ao potencial das TIC para o ensino de matemática. Como constatado na pesquisa de Ponte, Oliveira e Varandas (2003), muitos deles “ouviram os meios de comunicação social referirem-se à importância que as novas tecnologias estão assumindo cada vez mais na sociedade e na escola, mas pouco sabiam além disso” (p.180).

Ao propormos a produção de uma atividade computacional de ensino de matemática, considerada por nós uma atividade de formação e uma produção social, acreditamos que, em um curso de Matemática, é importante os licenciandos terem a experiência de planejar; definir ações educativas; escolher instrumentos e *softwares* adequados que possibilitem a produção de uma atividade que gere uma necessidade e um motivo, no seu futuro aluno, para aprender e, em si mesmo, o motivo de formar-se.

Ressaltamos que nem sempre uma atividade computacional de ensino é uma atividade de ensino. Para que uma situação computacional se configure como atividade computacional de ensino dependerá da natureza educacional, pedagógica e computacional do *software*, da natureza pedagógica da proposta e da mediação do professor.

Nesta pesquisa, a produção de atividades computacionais de ensino de matemática e a relação aluno-máquina foram propostas com o intuito de proporcionar aos licenciandos a percepção da existência de diferentes formas de representar o conhecimento matemático e gerar-lhes a necessidade de refletir e conscientizar-se de que a máquina não cria pensamento e conhecimento para eles. Este aspecto vem confirmar a concepção de Kopnin (1978) de que a máquina apenas auxilia, potencializa o trabalho mental humano de criação.

Negar o desenvolvimento da técnica mecânica que “imita” uma parte do processo de pensamento implica em impor obstáculos para o desenvolvimento da prática social do homem e seu pensamento. Porém, a potencialidade da tecnologia – computador – não se restringe apenas à técnica mecânica do pensamento, uma vez que a máquina é instrumento do homem e de seu pensamento, ajuda-lhe a pensar, libera-o de uma série de operações que ele mesmo produziu no processo de pensamento. Assim, sendo reflexo das várias dimensões que integram o pensamento, ela contribui para que se tenha mais clareza dessa ou daquela função do pensamento (MISKULIN; LANNER DE MOURA; SILVA, 2003, p.4).

A experiência de produzir uma atividade computacional de ensino trouxe contribuições didáticas para a constituição da postura pedagógica a ser, possivelmente, adotada pelos licenciandos, tanto no que diz respeito à aprendizagem do aluno de Ensino Fundamental e Médio, quanto ao que se refere ao trabalho e à formação do próprio professor. Esta experiência entendemos como aquela que (trans)forma e temos as palavras de Larrosa (2006) fundamentando nosso pensar:

Na formação a questão não é aprender algo. A questão não é que, a princípio não saibamos algo e, no final, já saibamos. Não se trata de uma relação exterior com aquilo que se aprende, na qual o aprender deixa o sujeito imodificado. Aí se trata mais de se constituir de uma determinada maneira. De uma experiência em que alguém, a princípio era de uma maneira, ou não era nada, pura indeterminação, e ao final, converteu-se em outra coisa. Trata-se de uma relação interior com a matéria de estudo, de uma experiência com a matéria de estudo, na qual o aprender forma ou transforma o sujeito. [...] Alguém é levado a si mesmo e isto não se faz por imitação, mas por algo assim como por ressonância [...]. E alguém vai sendo levado a sua própria forma (p.52).

Acreditamos que isso ocorreu porque, na busca de compreender a estrutura de uma atividade de ensino, os licenciandos detectaram alguns elementos importantes para a organização do trabalho docente, como por exemplo, a necessidade, o motivo e as ações que são importantes ser consideradas.

As atividades utilizadas nesta pesquisa serviram como mediadoras culturais externas (VIGOTSKI apud BORGES, 2000) do processo de formar-se vivido pelos protagonistas. A natureza das atividades propostas, baseadas na teoria histórico-cultural, propiciou aos protagonistas “estar em atividade”. Acreditamos que elas, juntamente com a atuação da professora-pesquisadora, possibilitaram o saber pensar com predominância sobre o saber fazer (LIMA, 1998); o pensamento teórico com predominância ao pensamento empírico (DAVYDOV, 1988) dos licenciandos, para que possam desenvolver, com seus futuros alunos, atividades de ensino que possuam elementos dinâmicos da vida e que levem a significar os conceitos matemáticos.

Os protagonistas tiveram a oportunidade de experienciar situações opostas durante a realização de todo o trabalho, pois, no momento em que vivenciavam as atividades de ensino por nós propostas, manifestavam um tipo de necessidade, de motivo: (re)significar para si mesmos conceitos matemáticos aprendidos nos Ensinos Fundamental ou Médio e significar sua futura prática pedagógica. No momento em que produziam a atividade computacional de ensino, suas necessidades e seus motivos eram outros: criar situações que envolvessem os conceitos matemáticos (re)significados e que fossem representadas em ambientes computacionais, sendo capazes de gerar em seus futuros alunos uma necessidade e um motivo para envolver-se e compreender significativamente os conceitos matemáticos envolvidos, além de prever a mediação necessária para o desenvolvimento da atividade que estavam propondo.

No momento da vivência das atividades de ensino, os protagonistas não demonstraram necessidade de buscar novas informações e novos conhecimentos; não sentiram a necessidade de criar.

No momento da produção da atividade computacional, parece que sentiram a necessidade de buscar o conhecimento da gênese de conceitos matemáticos e criar situações para o ensino de matemática que instiguem e desafiem seus futuros alunos. Há uma implicação didática para a formação inicial do aluno para a docência presente neste momento.

Diante do processo de produção social de uma atividade computacional de ensino de matemática, os protagonistas desta pesquisa puderam compartilhar objetivos e idéias; negociar coletivamente significados, gerando um aprendizado coletivo, ao imaginar a atividade que gostariam de produzir. Nesta pesquisa, baseando-nos em Borges (2000) e, como citado anteriormente, entendemos a construção do conhecimento como uma produção histórico-cultural-social e o processo de construção do conhecimento científico, que deveria ser visto como provisório e inacabado (CARAÇA, 2000), não como algo isolado, mas como uma construção social que tem a interlocução, a argumentação de diferentes pontos de vista entre os pares e que pode resultar em um novo conhecimento. Temos aí o trabalho coletivo gerando o motivo para continuar a atividade de produção.

Consideramos que a intencionalidade e a mediação do professor no processo pedagógico foram aspectos que marcaram a formação destes protagonistas, pois foram elementos que surgiram durante a vivência e a exploração das atividades de ensino e emergiram nos momentos de produção das atividades computacionais de ensino.

A experiência de produzir atividades computacionais de ensino de matemática trouxe, para a formação docente inicial dos protagonistas desta pesquisa, algumas implicações didáticas:

- o futuro professor torna-se participante ativo no processo de aprendizagem, tendo controle e responsabilidade sobre o mesmo;

- o planejamento, a reflexão e a discussão são geradas pela presença da atividade computacional de ensino que está sendo desenvolvida;

- a relação aluno-atividade é fortalecida e facilitada pelo fato de o futuro professor ser seu planejador e atribuir significados e sentimentos à atividade que está produzindo;

- o reconhecimento de que a construção coletiva das soluções em sala de aula é produtiva da formação profissional e de saberes da prática docente;

- a necessidade e o motivo para ensinar e aprender devem ser considerados na atividade.

É evidente que, para que estas características ocorram, o futuro professor deve dispor de um tempo considerável para dedicar-se à produção da atividade computacional de ensino e que o professor tenha uma participação ativa e seja o mediador do processo de produção e aprendizagem. Apesar de terem sido destinadas apenas 12 horas-aula presenciais e 30 horas-aula não-presenciais para a produção das atividades, nossas expectativas foram alcançadas. Esta constatação decorre do fato de as atividades produzidas abordarem aspectos que encaminham os alunos do Ensino Fundamental ou Médio para o desenvolvimento de conceitos matemáticos, bem como de aspectos teóricos necessários à formalização, pelo professor, de tais conceitos. Além disso, as atividades apresentam uma interface computacional dinâmica, atraente e instigadora para um aluno escolar.

A análise do material da pesquisa indica-nos que, durante o processo de vivência de atividades de ensino e de produção de atividades computacionais de ensino de matemática pelos grupos de protagonistas, houve ampliação dos seus conhecimentos referentes ao aprofundamento do conhecimento teórico de conceitos matemáticos; ao modo como ensiná-los; e à forma de instrumentalizar o ensino em ambientes computacionais.

Podemos inferir que os momentos de vivência das atividades de ensino que propusemos propiciaram a ruptura do pensamento mecânico, da forma de “olhar” uma determinada atividade e procurar informações numéricas para solucioná-la. Nos momentos de produção das atividades computacionais de ensino, nossos protagonistas puderam envolver-se num processo de pensamento criativo, deixando para a máquina a execução das tarefas.

O fato de utilizarmos, neste estudo, o computador como um instrumento para a produção de atividades de ensino de matemática resultou na possibilidade de os protagonistas utilizarem recursos de que a tecnologia dispõe para criar situações-problema e representar seus conhecimentos matemáticos de diferentes maneiras. Em material manipulativo, como, por exemplo, colagens e dobraduras, o tipo de atividades produzidas poderia não oferecer os mesmos efeitos para a construção do conhecimento matemático dos alunos escolares. Os *links* que os protagonistas inseriram em suas atividades computacionais denotam uma dinamicidade para o aprendizado dos alunos escolares que, com a mídia “lápiz e papel”, talvez não existisse. Tal dinamicidade propicia a cada aluno escolar assumir um ritmo de aprendizagem e seguir um caminho próprio para construir seus conhecimentos, denotando que a aprendizagem não é um processo linear.

Pelas análises realizadas, podemos inferir que os protagonistas procuraram transpor para as atividades computacionais os elementos que, segundo Moura (2000)¹³², caracterizam uma atividade de ensino. Os protagonistas elaboraram situações no sentido de torná-las atrativas, interativas e investigativas para os alunos escolares, procurando fazer com que a situação seja do sujeito e provoque neste uma necessidade de solucionar algum problema. Surgida a necessidade, o sujeito precisará elaborar um plano de ação para solucionar o problema. “Nesse plano, o sujeito parte de conhecimentos que já possui e que lhe servem de instrumento para poder avaliar a situação vivenciada. É desse seu nível de conhecimento que parte para resolver o problema que lhe é colocado.” (MOURA, 2000, p.34, autoria do grifo).

Entendemos que a inserção e a utilização de computadores no contexto educacional de matemática se tornam importantes por possibilitarem despertar e desenvolver nos alunos uma nova visão de acesso à informação para a construção e a representação de seu conhecimento.

Acreditamos ser importante que em cursos de formação de professores nos preocupemos em propor a produção de atividades computacionais de ensino que sejam criativas em termos de proporcionar reflexões sobre conceitos matemáticos escolarizados. Na produção de atividades computacionais de ensino de matemática, os protagonistas puderam, de forma autônoma e por meio da análise dos diferentes pontos de vista dos colegas, rever, refletir e (re)significar conceitos matemáticos estudados durante sua vida escolar, o que pôde ser propiciado mediante a dinâmica de trabalho que adotamos durante a pesquisa: a dinâmica indivíduo-grupo-classe (LANNER DE MOURA et al., 2003a, b).

Lembramos ainda que os futuros professores representaram seus conhecimentos matemáticos (re)significados em um ambiente computacional, pois fundamentando-nos em Miskulin, Lanner de Moura e Silva (2003), “um dado conhecimento, quando expresso por diferentes sistemas de representação, torna-se cada vez mais compreensível ao sujeito. Quanto mais o sujeito conseguir concebê-los de diferentes perspectivas, maior será a capacidade de sintetizá-lo” (pp.19-20).

É importante notarmos que, assim como constatado na pesquisa de Cardim (2008), os protagonistas desta pesquisa sentiram-se professores, idealizadores, produtores de uma proposta de atividade computacional de ensino de matemática, o que lhes conferiu certa autonomia para elaborar situações-problema que sirvam como mediadoras do processo de ensino, juntamente com a atuação do professor.

Constatamos também que a vivência de atividades de ensino e a produção de atividades computacionais de ensino propiciaram uma mudança na postura dos protagonistas, que passaram a valorizar, além de aspectos teóricos do curso de Matemática, aspectos metodológicos voltados para a formação do professor de matemática, reconhecendo a importância das disciplinas ditas “pedagógicas”.

Até agora eu estava acostumada a não dar muita importância para essas matérias pedagógicas já que nenhum outro professor me mostrou a importância delas. Mas minha concepção a respeito delas mudou totalmente com essa disciplina, pois percebi que elas são essenciais para a minha formação. Com isso aprendi a valorizar cada atividade, tentando extrair o máximo que conseguir de informações e novidades para poder aplicar em breve na minha profissão. Desejo contribuir para que o atual quadro no qual se encontra a educação mude. (Marina, 7LM, depoimento audiogravado, 31/07/06).

Apesar de a disciplina Informática e Ensino ser um espaço tutelado, exigido pelo currículo de formação docente inicial do professor de matemática da Universidade Federal de Uberlândia, o caráter dado a ela foi propício a discussões que procuraram valorizar o conhecimento dos protagonistas sobre conceitos matemáticos e suas (re)significações. Essa situação tornou-se possível pelas dinâmicas utilizadas nas aulas, como leituras, discussões, reflexões individuais (portfólios), compartilhamento de idéias, vivência de atividades de ensino e produção de atividades computacionais de ensino.

Acreditamos que a disciplina Informática e Ensino foi um espaço reflexivo e que os protagonistas puderam experienciar atividades não convencionais para uma aula de matemática. Um espaço que nos possibilitou perceber que o conhecimento profissional se desenvolve em situações reais e carrega as características das aulas e das atividades nas quais foi gerado (GARCÍA BLANCO, 2003).

Gostaria que, quando começar a atuar como professora, as minhas aulas fossem criativas, interessantes e desafiadoras como as que vivenciamos; que, além dos livros, conseguisse trazer o computador para me auxiliar a ensinar determinado conteúdo. Sei que isso vai ser difícil, pois, além de ser inexperiente, quero uma coisa inovadora, e geralmente o que é novo gera polêmica e rejeição (Gabriela, 8LM, portfólio, 30/08/06).

Não podemos garantir que estes futuros professores desenvolverão ou assumirão uma prática pedagógica como a demonstrada durante este processo de formação inicial docente, pois demanda tempo para que ele faça um bom planejamento de como será a atividade computacional de ensino a ser produzida e conheça bem o ambiente computacional no qual irá trabalhar. É importante mencionar que, sendo um espaço tutorado, a disciplina Informática e Ensino propiciou tais reflexões a estes licenciandos que, quando inseridos no ambiente escolar, poderão não encontrar espaços para desenvolver trabalhos como o vivenciado, devido a imposições administrativas que poderão surgir.

Não estamos afirmando que foi possível “despertar” todos os alunos matriculados na disciplina para tal reflexão, pois, conforme a teoria do conhecimento histórico-cultural desenvolvida por Vigotski e Leontiev, é preciso que o indivíduo esteja movido por uma necessidade e por um motivo pessoal para aprender. Não se transmite uma necessidade, não se cria no outro o motivo pessoal. Talvez, por tratar-se de uma disciplina que trabalhou com alunos de diferentes períodos do curso de Matemática, seus motivos pessoais tenham sido antagônicos, ou melhor, havia alunos com necessidades e desejos diferentes na mesma turma. Porém, acreditamos que a experiência obtida pelos 16 protagonistas da pesquisa constitui um diferencial na sua formação acadêmica.

A partir de agora vou tentar praticar muito do que percebi sobre o trabalho com ambientes computacionais e atividades de ensino durante este curso no meu trabalho como educador, e não simplesmente ser mais um reproduzidor de

um conhecimento já preestabelecido (Nataniel, 7LM, depoimento audiogravado, set/06).

Os alunos que cursavam o segundo e o terceiro períodos do curso não sentiram as mesmas necessidades e os mesmos motivos que os alunos do sexto ao oitavo períodos. Dentre estes últimos, não detectamos, por meio das análises realizadas, desinteresse e desmotivação durante a participação na produção das atividades computacionais. Talvez essa realidade tenha ocorrido em virtude de estes últimos já realizarem estágios, um de nossos critérios de seleção dos protagonistas desta pesquisa, e acompanharem de perto, com certo olhar de professor, as situações pedagógicas propostas pelos docentes com os quais estagiavam e as possíveis dificuldades dos alunos do Ensino Fundamental ou Médio (CARDIM, 2008).

Entendemos que a utilização da tecnologia computacional não seja um trabalho de fácil incorporação pelos futuros professores. Além das dificuldades técnicas que ocorrem; da necessária negociação com alunos, com pais e até mesmo com diretores escolares, é importante que o professor esteja motivado para tal incorporação e que encontre um espaço no qual possa compartilhar dúvidas, acertos, anseios, conquistas. Sem esse espaço, sem o compartilhar com seus pares, pouco o professor poderá realizar. Isso porque poderá sentir-se solitário nesta caminhada e abandonar o desejo de realizar um trabalho que utilize a tecnologia computacional no ensino de matemática.

Este nosso entendimento encontra fundamento na pesquisa de Zulatto (2002), que evidenciou que os professores que se arriscam a incorporar a tecnologia computacional em suas aulas são aqueles que possuem contato com grupos de pesquisa vinculados a alguma universidade ou à própria escola em que lecionam.

Cláudio e Cunha (2001) também argumentam a esse respeito:

hoje, em escolas e universidades, pode-se constatar que não há, salvo raríssimos casos, um esforço institucional que encoraje a utilização de novas tecnologias. Este uso está na dependência direta do entusiasmo do professor, apesar da dificuldade representada pela distribuição da carga horária (p.170).

Nesse mesmo sentido, Miskulin, Escher e Silva (2007), fundamentando-se em Pérez Gómez (2001), argumentam que a utilização e a disseminação das Tecnologias de Informação e Comunicação nos espaços escolares e universitários “fazem parte de um rol de possibilidades de enfrentamento e transcendência a essas tradições pedagógicas, trazendo aspectos didático-

pedagógicos contemporâneos, proporcionando assim diferentes perspectivas teórico-metodológicas à cultura docente” (p.30).

Acreditamos nessa evidência e pudemos comprová-la com o trabalho desenvolvido pelos grupos de protagonistas desta pesquisa, que puderam socializar seus conhecimentos, suas dúvidas, suas conquistas, tanto no momento de produção da atividade computacional de ensino, em que se incentivaram mutuamente na continuidade do trabalho, quanto no momento de apresentação destas atividades no grupo-classe.

Os momentos de socialização das atividades computacionais de ensino produzidas pelos grupos e a apresentação de sugestões, por parte da professora e de colegas, constituíram-se em importante oportunidade formal para compreendermos o significado desta experiência formativa para os futuros professores, pois a análise dos diferentes pontos de vista apresentados pelos colegas levou os grupos-autores a pensar questões como: Qual é o real papel do professor em uma sala de aula? Apenas de transmissor ou, principalmente, de mediador da aprendizagem do aluno? Como agir para gerar um motivo nos alunos para aprender? A utilização de ambientes computacionais no ensino de matemática facilita o trabalho do professor? Qual a importância de o próprio professor produzir suas atividades em ambientes computacionais?

Lembramos que a disciplina foi programada com a intenção de proporcionar atividades de formação para os licenciandos, de modo que, ao vivenciá-las, pudessem refletir sobre os seus processos de aprendizes de futuros professores, percebendo na atividade a necessidade e o motivo para ensinar e aprender. Esta intenção foi atingida, pois um dos resultados desta pesquisa é o fato de os licenciandos preocuparem-se com os alunos que poderão explorar tais atividades, o que os levou a produzir a atividade não para um aluno imaginário, mas para alunos reais, seus conhecidos pelos estágios que realizam.

Podemos inferir que a disciplina Informática e Ensino exerceu um papel fundamental para que os licenciandos assumissem tal posição e deixassem registrado que, *quando se aprende realmente, a matemática se torna uma matéria atrativa e não "um bicho papão"* (Maria, 2CM, portfólio, 29/08/06).

Consideramos que não foi só a produção das atividades computacionais de ensino que possibilitou aos futuros professores pensar sobre a postura pedagógica que desejam assumir, mas todo o contexto de discussão teórica e prática e a mediação pedagógica da professora-pesquisadora, proporcionados na disciplina Informática e Ensino. Nesse contexto, os

protagonistas desta pesquisa tiveram a oportunidade de vivenciar ora situações de aluno, ora situações de professor, que contribuíram para seu desenvolvimento conceitual matemático, para seu ensino e para sua vida profissional.

Assim como constatado na pesquisa de Ponte, Oliveira e Varandas (2003), os resultados desta pesquisa indicam que, ao oferecermos um mínimo de condições, este tipo de trabalho — importante na formação inicial de professores de matemática — é viável, pois até mesmo um aluno que se demonstrava muito resistente à disciplina e às discussões que propúnhamos no início do semestre chegou a afirmar em seu último portfólio:

Gostaria de poder estender este portfólio, relatando o que pude analisar e repensar, expondo o que de bom carregarei comigo, porém tenho plena certeza que VOCÊ, mais do que ninguém, sabe o quanto a disciplina foi importante para o meu amadurecimento acadêmico, profissional e pessoal. Hoje vislumbro novos horizontes quanto às minhas aspirações profissionais (Mário, 2CM, portfólio, 29/08/06).

(Con)Vivendo todo o semestre com este aluno e observando-o sempre, podemos mencionar que a emoção contida neste trecho é imensa e que, no processo de formar-se, o futuro professor vai constituindo-se como profissional, oscilando entre momentos de ação prática e reflexão. Isso nos remete à perspectiva histórico-cultural, quando Marx (2002) admite que o homem se constitui pelo trabalho, e leva-nos a entender este como atividade humana adequada a um fim e orientada por objetivos. Entendemos que o professor se constitui pelo seu trabalho – a atividade de ensino – ou seja, o professor constitui-se professor por meio da atividade de ensino. Em outras palavras, o professor constitui-se professor ao objetivar a sua necessidade de ensinar e de organizar o ensino para favorecer a aprendizagem; e a produção de atividades computacionais de ensino parece-nos ser um caminho que forma e transforma.

Outro aspecto a ressaltar é o fato de os licenciandos participantes desta pesquisa conscientizarem-se de que o ensino da matemática não deve ser realizado de forma mecanizada e repetitiva, como se estivessem sendo formados verdadeiros “robôs”. Um educador tem que ser mais do que isso: tem que buscar formar pessoas capazes de pensar e tomar decisões sábias não apenas no âmbito escolar, mas na sociedade em geral.

Hoje discutimos a atividade de ensino feita na aula passada [atividade sobre volume]. Estou percebendo que existe uma diferença estridente quando se

faz uma atividade e quando se reflete sobre ela. A atividade de ensino, como as que fizemos, pode auxiliar professores a ensinar seus alunos, ela estimula o aluno a pensar, desenvolver suas capacidades de assimilação. E é disso que nosso sistema de ensino precisa: de alunos que, além de dominar os cálculos, compreendam os conceitos matemáticos. Quando começar a atuar como professora, queria que a minha aula fosse criativa, que, além dos livros, conseguisse trazer outros meios para me auxiliar a ensinar determinado conteúdo. Sei que isso vai ser difícil, pois, além de ser inexperiente, quero uma coisa inovadora e geralmente o que é novo gera polêmica e rejeição, bate uma insegurança só de ficar pensando, não sei se futuramente terei forças para realizar esse meu desejo (Giovana, 2CM, portfólio, 21/06/06, grifos nossos).

É importante registrar também que, como formadores de professores, devemos propiciar situações nas quais os licenciandos busquem autonomia para criar, produzir, elaborar atividades de ensino, sejam elas computacionais ou não.

Pensando nas atividades computacionais de ensino de matemática, seria interessante que licenciandos pudessem vivenciar e explorar, além das atividades de ensino, outras atividades computacionais de ensino, para que, posteriormente, pudessem produzir as próprias atividades em ambientes computacionais. Este aspecto não foi propiciado aos protagonistas desta pesquisa por não termos conhecimento de atividades em ambientes computacionais que tenham as características discutidas em toda a fundamentação teórica deste trabalho. Fica, então, registrada uma sugestão para futuras pesquisas na área.

Acreditamos que, estando no século XXI e diante do avanço tecnológico, a abordagem pedagógica tradicional precisa ser superada, pois a sua metodologia leva a um aprendizado mecânico do conceito. As ações mecânicas poderiam ser executadas pelas máquinas, e o ser humano ficar livre para realizar atividades que envolvam o saber-pensar. O aluno poderia ser tomado como ser afetivo, pensante e criador, privilegiando-se, na sua formação, a compreensão dos fenômenos da realidade e o desenvolvimento do conceito como processo de aprendizagem. Para isso, seria importante preocupar-nos, em sala de aula, em criar situações nas quais exista um movimento dialético do pensamento, propiciando constante diálogo com o conhecimento lógico, criativo, imaginativo, social, cultural e afetivo. Foi este aspecto que procuramos focar na disciplina Informática e Ensino e, conseqüentemente, nesta pesquisa. Outra preocupação que tivemos durante o trabalho foi discutir a formação docente considerando o processo de aprendizagem do futuro professor em ambientes computacionais, tomando-o como ser integral.

Não buscamos formar educadores que saibam somente utilizar corretamente teorias, *softwares* e técnicas científicas.

Acreditamos que esta pesquisa se diferencia das demais por procurar oferecer aos futuros professores de matemática a experiência de produzir seu próprio material didático digital, ou seja, produzir atividades de ensino em ambientes computacionais, e analisar as implicações didáticas desta experiência para sua vida profissional à luz da teoria da atividade de Leontiev.

Para os formadores de professores (de matemática, no nosso caso), nossa pesquisa possibilita desafios de criar formas de trabalho de forma interativa e inovadora, que envolvam, além do saber-fazer, o saber-pensar (LIMA, 1998) e o desenvolvimento do conhecimento teórico¹³³ do futuro professor (DAVYDOV, 1988).

Estamos certos de que a “entrada da mídia informática na escola não é a salvação dos problemas pedagógicos, e também sua chegada não paralisa o debate sobre propostas pedagógicas” (BORBA e PENTEADO, 2003, p.38). Porém, entendemos que este tema é de grande relevância para a formação de futuros professores.

Esta pesquisa trouxe contributos também para nossa formação como professora-pesquisadora da formação teórico-prática, pois as construções elaboradas entre a teoria e a prática pedagógica demonstram um vínculo de possibilidades de resultados, e não certezas de resultados; não tínhamos certeza de onde iríamos chegar, apesar de termos preparado intencionalmente as atividades de ensino. Envolvemo-nos em uma aventura, uma viagem em que poderia acontecer qualquer coisa, e com a qual não sabíamos aonde chegaríamos, nem mesmo se chegaríamos a algum lugar (LARROSA, 2006). Com essa possibilidade trabalha o professor-pesquisador, procurando melhorar a relação teoria e prática.

A relação entre teoria e prática, que organiza intencionalmente a docência do formador, produz resultados, mesmo que não na totalidade, no sentido desta intenção. No processo de formação é importante que o formador de professor não se circunscreva a um vínculo teórico restrito. Por outro lado, não pode “dissimular” nessa formação a sua preferência teórica. No entanto, cada

professor/pesquisador traz consigo características e significados próprios de sua cultura, provenientes da filosofia educacional da instituição em que está inserido, da cultura advinda de seu processo de formação, da cultura proveniente da sua experiência da ação docente e da cultura acadêmica, resultante da interação com os pares e os estudantes. Essa diversidade de culturas resulta em uma multiplicidade de “olhares” e perspectivas teórico-metodológicas que se entrelaçam, se complementam, se transformam e são re-

significadas por cada professor/pesquisador, culminando em uma prática educativa carregada de valores, crenças, sentimentos, significados e conhecimentos construídos no individual, porém gerados no coletivo, que levam à constituição de uma nova cultura docente (MISKULIN; ESCHER; SILVA, 2007, pp.35-6).

Por esta pesquisa estar circunscrita a uma disciplina de formação docente inicial, foi dada a ela o enfoque teórico histórico-cultural de ensino e aprendizagem matemática pela escolha feita de focar esta formação nesta abordagem teórica. Tal escolha não significa excluir outras abordagens teóricas, mas dialogar com as múltiplas dimensões que interferem na cultura profissional do professor.

Referências Bibliográficas

ALEKSANDROV, Aleksandr Danilovich et al. *La matemática: su contenido, métodos y significado*. Madrid: Alianza Editorial, 1988.

ARAÚJO, Elaine Sampaio. *Da formação e do formar-se: a atividade de aprendizagem docente em uma escola pública*. Tese (Doutorado em Educação) — Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

ARAÚJO, Elaine Sampaio; MOURA, Manoel Oriosvaldo de. Contribuições da teoria histórico-cultural à pesquisa qualitativa sobre formação docente. In: ENCONTRO NACIONAL DE DIDÁTICA E PRÁTICA DE ENSINO, 14., 2008, Porto Alegre, RS. *Anais...*

AZINIAN, Herminia. Capacitación docente para la aplicación de tecnologías de la formación en el aula de geometría. In: CONGRESO IBERO-AMERICANA DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, 4., 1998, BRASÍLIA, DF. *Anais...* . p. 1-9.

BAIRRAL, Marcelo Almeida. Desenvolvendo-se criticamente em matemática: a formação continuada de professores em ambientes virtualizados. In: FIORENTINI, Dario; NACARATO, Adair Mendes. (Org.). *Cultura, formação e desenvolvimento profissional de professores que ensinam matemática: investigando e teorizando a partir da prática*. São Paulo: Musa Editora, 2005.

_____. *Discurso, interação e aprendizagem matemática em ambientes virtuais a distância*. Rio de Janeiro: Editora Universidade Rural, 2007.

BALDIN, Yuriko Yamamoto. Utilizações diferenciadas de recursos computacionais no ensino de matemática (CAS, DGS e Calculadoras Gráficas). In: CARVALHO, Luiz M.; GUIMARÃES, Luiz C. (Org.). *História e tecnologia no ensino de Matemática*. Rio de Janeiro: IME-UERJ, 2003. p. 27-36. v. 1.

BARCELOS, Gilmara Teixeira. *Inovação no sistema de ensino: o uso pedagógico das tecnologias de informação e comunicação nas licenciaturas em matemática da região sudeste*. Dissertação (Mestrado em Ciências de Engenharia: Engenharia de Produção) — Centro de Ciência e Tecnologia da Universidade Estadual do Norte Fluminense, Universidade Estadual Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes, 2004.

BARRETO, Raquel Goulart; GUIMARÃES, Glucia Campos, MAGALHÃES, Ligia Karam Corrêa de; LEHER, Elizabeth Menezes Teixeira E. M. T. As tecnologias da informação e da comunicação na formação de professores. *Revista Brasileira de Educação*, v. 11, n. 31, p. 31-42,

2006.

BEDNARZ, Nadine. Interações sociais e construção de um sistema de escrita dos números no ensino fundamental. In: GARNIER, Catherine; BEDNARZ, Nadine; ULANOVSKAYA, Irina. (Org.). *Após Vygotsky e Piaget: perspectiva social e construtivista*. Escolas russa e ocidental. Trad. Eunice Gruman. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.

BERGER, Peter. Affective component of teacher's computer beliefs: role specific aspects. In: KRAINER, Konrad; GOFFREE, Freudenthal. (Org). *On research in teacher education: from a study of teaching practices to issues in teacher education*. Osnabrück: Forschungsintitut für Mathematikdidaktik, 1999. pp. 63-78.

BOGDAN, Robert C. e BIKLEN, Sari Knopp. *Investigação qualitativa em Educação*. Porto, Portugal: Porto Editora, 1994.

BONILLA, Maria Helena Silveira. Inclusão digital e formação de professores. *Revista de Educação*, v. 11, p.43-50, 2002.

BORBA, Marcelo Carvalho; PENTEADO, Miriam Godoy. *Informática e Educação Matemática*. 3. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2003.

BORGES, Ilma. *Prática pedagógica, processos interativos humanos e a construção do conhecimento usando a internet: uma análise a partir da teoria histórico-cultural de Lev S. Vygotsky*. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) — Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2000.

BOVO, Audria Alessandra. *Formação continuada de professores de matemática para o uso da informática na escola: tensões entre proposta e implementação*. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) — Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual de São Paulo, RIO CLARO, SP, 2004.

BOYER, Carl. *História da Matemática*. Trad. Elza S. Gomide. São Paulo: Edgard Blucher, 1974.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Ensino Fundamental. *Referenciais para a formação de professores*. Brasília: MEC/SEF, Brasília, 1997.

_____. Secretaria de Educação Fundamental. *Parâmetros curriculares nacionais: Matemática*. Brasília: MEC/SEF, Brasília, 1998.

_____. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. *Parâmetros curriculares nacionais: ensino médio: ciência da natureza, matemática e suas tecnologias*. Brasília: MEC/Secretaria de Educação Média e Tecnológica. Brasília, 1999.

CAMPOS, Patrícia Klinkerfus. *A formação docente integrada ao ambiente computacional e sua (re)significação na prática pedagógica em matemática: análise de um caso*. Dissertação (Mestrado em Educação) — Universidade São Francisco, Itatiba, 2007. 141 p.

CARAÇA, Bento de Jesus. *Conceitos fundamentais da matemática*. 3 ed. Lisboa: Gradiva, 2000.

CARDIM, Viviane Rocha Costa. *Saberes sobre a docência na formação inicial de professores de matemática*. Dissertação (Mestrado em Educação) — Universidade São Francisco, Itatiba, 2008,

185p.

CARDIM, Viviane Rocha Costa; GRANDO, Regina Célia. Saberes sobre a docência na formação inicial de professores de matemática. In: REUNIÃO ANUAL DA ANPED, 31., 2008, Caxambu. Constituição Brasileira, Direitos Humanos e Educação *Anais...* p. 1-15.

CASTRO-FILHO, José Aires; LEITE, Monalisa de Abreu; FREIRE, Raquel Santiago; MACEDO, Laércio Nobre. O desenvolvimento de conceitos matemáticos e científicos com o auxílio de objetos de aprendizagem. In: LOPES, Carlos Roberto; FERNANDES, Márcia Aparecida (Org.). *Informática na educação: elaboração de objetos de aprendizagem*. Uberlândia: EDUFU, 2007.

CLÁUDIO, Dalcídio Moraes; CUNHA, Márcia Loureiro As novas tecnologias na formação de professores de matemática. In: CURY, Helena Noronha (Org.). *Formação de professores de matemática: uma visão multifacetada*. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2001.

COONEY, Thomas J. Teacher education as an exercise in adaptation. In: AICHELE D. B.; COXFORD, A. F. (Ed.) *Professional development for teachers of Mathematics*. Reston, VA: NCTM, p. 9-22, 1994.

D'AMBROSIO, Beatriz Silva. Formação de professores de Matemática para o século XXI: o grande desafio. In: *Pro-Posições*, v. 4, n. 1, p. 35-41. São Paulo: Cortez, 1993.

_____. Conteúdo e metodologia na formação do professores. In: FIORENTINI, D.; NACARATO, A. M. (Org.). *Cultura, formação e desenvolvimento profissional de professores que ensinam matemática: investigando e teorizando a partir da prática*. São Paulo: Musa Editora, 2005.

D'AMBRÓSIO, Ubiratan. *Transdisciplinaridade*. São Paulo: Palas Athenas, 1997.

_____. *Educação matemática: da teoria à prática*. 4. ed. Campinas, SP: Papirus, 1998.

DANTZIG, Tobias. *Número: a linguagem da ciência*. Rio de Janeiro: Zahar, 1970.

DAVÍDOV, Vasili Vasílievich. *Tipos de generalización en la enseñanza*. Editorial Pueblo y Educación, Moscú, 1982. 2ª reimpressão.

_____. *La enseñanza escolar y el desarrollo psíquico*. Moscu: Editorial Progreso, 1988.

_____. A new approach to the interpretation of activity structure and content. In: CHAIKLIN, Seth; HEDEGAARD, Mariane, JENSEN, Uffe Juul (Org.). *Activity theory and social practice: cultural-historical approaches*. Aarhus (Dinamarca): Aarhus University Press. 1999. p.39-51.

DUARTE, Newton. *Vigotski e o "aprender a aprender": crítica às apropriações neoliberais e pós-modernas da teoria vigotskiana*. Campinas: Autores Associados, 2000.

_____. Formação do indivíduo, consciência e alienação: o ser humano na psicologia de A. N. Leontiev. *Cadernos CEDES*, Campinas. v. 24, n. 62, p.44-63, abr./2004.

ESPINOSA, Alfonso Jiménez; FIORENTINI, Dario. (Re)significação e reciprocidade de saberes e práticas no encontro de professores de matemática da escola e da universidade. In: FIORENTINI, D.; NACARATO, A. M. (Org.). *Cultura, formação e desenvolvimento profissional de professores que ensinam matemática: investigando e teorizando a partir da prática*. São Paulo: Musa Editora,

2005.

EVES, Howard. *Introdução à história da matemática*. Trad. Higino H. Domingues. Campinas, SP: Editora da UNICAMP, 1995.

FIORENTINI, Dario. A investigação em Educação Matemática sob a perspectiva dos formadores de professores. In: *Actas do XV SIEM*. Lisboa: APM, p.13-34, 2004.

FIORENTINI, Dario; CASTRO, Franciana Carneiro. Tornando-se professor de Matemática: o caso de Allan em Prática de Ensino e Estágio Supervisionado. In: FIORENTINI, Dario. (Org.) *Formação de professores de Matemática: explorando novos caminhos com outros olhares*. Campinas, SP: Mercado de Letras, 2003. p.121-156.

FIORENTINI, Dario; LORENZATO, Sergio. *Investigação em educação matemática: percursos teóricos e metodológicos*. Campinas, SP: Autores Associados, 2006.

FIORENTINI, Dario; NACARATO, Adair Mendes; FERREIRA, Ana Cristina; LOPES, Celi Spasandim; FREITAS, Maria Teresa Menezes; MISKULIN, Rosana Giarreta Sguerra. Formação de professores que ensinam Matemática: um balanço de 25 anos da pesquisa brasileira. *Educação em Revista – UFMG*. Dossiê: Educação Matemática. Belo Horizonte, n.36, p. 137-160, 2002.

FREITAS, Maria Teresa Menezes. *A escrita no processo de formação contínua do professor de Matemática*. Tese (Doutorado em Educação: Educação Matemática) — Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2006. 299p.

_____. Ambiente virtual de aprendizagem no ensino presencial de formação de professores de matemática. In: ENDIPE – ENCONTRO NACIONAL DE DIDÁTICA E PRÁTICA DE ENSINO, 14., 2008, Porto Alegre, RS. *Anais...*

GALVÃO-COUTO, Cecília. *Professor: o início da prática profissional*. Tese (Doutorado em Educação) — Departamento de Educação, Universidade de Lisboa, Lisboa, 1998.

GAMA, Renata Prenstteter. Desenvolvimento profissional com apoio de grupos colaborativos: o caso de professores de matemática em início de carreira. Tese (Doutorado em Educação: Educação Matemática) — Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, 2007. 240p.

GARCÍA BLANCO, Maria Mercedes. A formação inicial de professores de matemática: fundamentos para a definição de um *currículum*. In: FIORENTINI, D. (Org.). *Formação de professores de matemática: explorando novos caminhos com outros olhares*. Campinas, SP: Mercado de Letras, 2003.

GARNIER, Catherine; BEDNARZ, Nadine; ULANOVSKAYA, Irina. Duas diferentes visões da pesquisa em didática. In: GARNIER, Catherine; BEDNARZ, Nadine; ULANOVSKAYA, Irina. (Org.). *Após Vygotsky e Piaget: perspectiva social e construtivista*. Escolas russa e ocidental. Trad. Eunice Gruman. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.

GAUTHIER, Clermont et al. *Por uma teoria da pedagogia: pesquisas contemporâneas sobre o saber docente*. 2 ed. Ijuí: Ed. Ijuí, 2006.

GONZÁLEZ REY, Fernando L. El lugar de las emociones en la constitución social de lo psíquico:

el aporte de Vigotski. *Educação & Sociedade*: revista quadrimestral de Ciência da Educação — Centro de Estudos Educação e Sociedade (Cedes), n.71, 2. ed., 2000.

GRANDO, Regina Célia. *O jogo e suas possibilidades metodológicas no processo ensino-aprendizagem da matemática*. Dissertação (Mestrado em Educação: Educação Matemática) — Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 1995.

GRAVINA, Maria Alice. Geometria dinâmica: uma abordagem para o aprendizado de geometria. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, 7., 1996, Belo Horizonte. *Anais...* p.1-13.

GRAVINA, Maria Alice; SANTAROSA, Lucila Maria. A aprendizagem da matemática em ambientes informatizados. In: CONGRESSO IBERO-AMERICANO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, 4., 1998, Brasília. *Actas...* p.1-24.

GUIMARÃES, Maria de Fátima. *O desenvolvimento de uma professora de Matemática do ensino básico: uma história de vida*. Tese (Doutorado em Educação) — Departamento de Educação da Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa, Lisboa. 2004. 552f.

HARGREAVES, Andy. *Os professores em tempo de mudança: o trabalho e a cultura dos professores na idade pós-moderna*. Portugal: MacGraw-Hill, 1998.

HOGBEN, Lancelot. *As maravilhas da Matemática: influência e função da Matemática nos conhecimentos humanos*. Porto Alegre: Globo, 1970.

KAMPPFF, Adriana Justin Cerveira; MACHADO, José Carlos; CAVEDINI, Patrícia. Novas tecnologias e Educação Matemática. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE COMPUTAÇÃO, 23., 2004, Bahia. *Anais...*

KOPNIN, Pável Vassílyevitch. *A dialética como lógica e teoria do conhecimento*. Rio de Janeiro, RJ: Civilização Brasileira, 1978. Coleção Perspectivas do homem. V. 123.

LABORDE, Colette. Duas utilizações complementares da dimensão social nas situações de aprendizado da Matemática. In: GARNIER, Catherine; BEDNARZ, Nadine; ULANOVSKAYA, Irina. (Org.). *Após Vygotsky e Piaget: perspectiva social e construtivista*. Escolas russa e ocidental. Trad. Eunice Gruman. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.

LANNER DE MOURA, Anna Regina. *A criança e a medida pré-escolar*. Tese (Doutorado em Educação: Educação Matemática) — Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 1995.

LANNER DE MOURA, Anna Regina et al. Movimento conceitual em sala de aula. In: CIAEM - CONFERÊNCIA INTERAMERICANA DE EDUCACIÓN MATEMÁTICA, 11., 2003, Blumenau, SC. *Anais...* 2003a.

LANNER DE MOURA, Anna Regina et al. Movimento conceitual: atividade de ensino e de pesquisa In: EBRAPEM - ENCONTRO BRASILEIRO DE ESTUDANTES DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 7., Rio Claro. *Anais...* 2003b.

LANNER DE MOURA, Anna Regina; MISKULIN, Rosana Giaretta Sguerra; MELO, Gilberto Francisco Alves de. A tecnologia computacional como potencializadora da aprendizagem

compartilhada do conceito matemático. In: MATOS, João Filipe; FERNANDES, Elsa. (Org.). *Investigação em educação matemática: perspectivas e problemas*. Lisboa: Associação de Professores de Matemática, 2000. pp.145-152.

LANNER DE MOURA, Anna Regina; SOUSA, Maria do Carmo de. O lógico-histórico da álgebra não simbólica: dois olhares diferentes. *Zetetiké* — Faculdade de Educação, UNICAMP, Campinas, SP, v. 13, n.24, p.11-45, 2005.

LARROSA, Jorge. *Pedagogia profana: danças, piruetas e mascaradas*. Tradução Alfredo Veiga-Neto. Belo Horizonte: Autêntica, 2006.

LAVILLE, Chistian; DIONE, Jean. *A construção do saber: manual de metodologia da pesquisa em ciências humanas*. Porto Alegre: Artes Médicas; Belo Horizonte: Ed. UFMG, 1999.

LEONTIEV, Alexei Nikolaevich. *O desenvolvimento do psiquismo*. Lisboa: Livros Horizonte, 1978.

_____. *Actividad, conciencia, personalidad*. La Habana: Editorial Pueblo y Educación, 1983. 2ª reimpressão.

_____. Os princípios psicológicos da brincadeira pré-escolar. In: VYGOTSKY, L. S. et al. *Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem*. Tradução Maria da Penha Villa Lobos. São Paulo: Ícone, 2001a.

_____. Uma contribuição à teoria de desenvolvimento da psique infantil. In: VYGOTSKY, L. S. et al. *Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem*. Tradução Maria da Penha Villa Lobos. São Paulo: Ícone, 2001b.

LESSARD, Claude; TARDIF, Maurice. As transformações atuais do ensino: três cenários possíveis na evolução da profissão professor? In: TARDIF, Maurice; LESSARD, Claude (Org). *O ofício de professor: história, perspectivas e desafios internacionais*. Tradução Lucy Magalhães. Petrópolis: Vozes, 2008.

LÉVY, Pierre. *As tecnologias da inteligência: o futuro do pensamento na era da Informática*. Rio de Janeiro: Editora 34, 1993.

_____. *Cibercultura*. Rio de Janeiro: Editora 34, 1999.

LIBÂNEO, J. C. A didática e a aprendizagem do pensar e do aprender: a teoria histórico-cultural da atividade e a contribuição de Vasili Davydov. *Revista Brasileira de Educação*, n.27, set. /out. /nov. /dez., 2004.

LIMA, Luciano Castro. Da mecânica do pensamento ao pensamento emancipado da mecânica. In: *Caderno do professor "Trabalho e Tecnologia"*, Programa Integrar – CUT, São Paulo, SP, 1998.

_____. *A forma: movimento e número*, s.d. (preprint).

LIMA, Luciano Castro; MOISÉS, Roberto Péricles. *O cálculo algébrico: operações com “número algébrico”* – A linguagem algébrica 2. São Paulo: CETEAC, 1993.

_____. *A fração: repartindo o universo*. São Paulo: CETEAC, 1998a.

_____. *O número inteiro: numerando movimentos contrários*. São Paulo: CETEAC, 1998b.

_____. *A variável: ser e não ser*. São Paulo: CETEAC, 2000.

LIMA, Luciano Castro; TAKAZAKI, Mário; MOISÉS, Roberto Péricles. *Elementar é o essencial*. São Paulo: CETEAC, 1998.

LORENZATO, Sérgio. Laboratório de ensino de matemática e materiais didáticos manipuláveis. In: LORENZATO, Sérgio (Org.). *O laboratório de ensino de matemática na formação de professores*. Campinas: Autores Associados, 2006a. (Coleção Formação de professores).

_____. *Para aprender matemática*. Campinas: Autores Associados, 2006b. (Coleção Formação de professores).

LUCENA, Marisa. Teoria histórico-sócio-cultural de Vygotsky e sua aplicação na área de tecnologia computacional. In: *Tecnologia Educacional*, v. 26, ano 26, n.141, p.49-53, abr./maio/jun. 1998.

LÜDKE, Menga; ANDRÉ, Marli Eliza Dalmazo Afonso. *Pesquisa em educação: abordagens qualitativas*. São Paulo: EPU, 1986.

MARCELO GARCÍA, Carlos. A formação de professores: novas perspectivas baseadas na investigação sobre o pensamento do professor. In: NÓVOA, Antônio. (Coord.). *Os professores e a sua formação*. 2. ed. Lisboa: Publicações Dom Quixote, 1995.

_____. Pesquisa sobre formação de professores: o conhecimento sobre aprender a ensinar. *Revista Brasileira de Educação* — Anped, n.9, p.51-75, 1998.

_____. *Formação de professores: para uma mudança educativa*. Porto: Porto Editora, 1999.

MARCO, Fabiana Fiorezi de. *Estudo dos processos de resolução de problema mediante a construção de jogos computacionais de matemática no ensino fundamental*. Dissertação (Mestrado em Educação: Educação Matemática) — Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 2004. 141p.

MARCO, Fabiana Fiorezi de; LANNER DE MOURA, Anna Regina; AMORIM, Lóren Grace Kellen Maia; PEREIRA, Mariana Martins. Produzindo atividade de ensino em ambientes computacionais na formação inicial de professores de matemática. In: ENCONTRO NACIONAL DE DIDÁTICA E PRÁTICA DE ENSINO, 14., abril de 2008, Porto Alegre, RS. *Anais...* (Versão em CD-ROM).

MARX, Karl. *O capital: crítica da economia política*. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2002. v.1, t.1 e t.2.

MISKULIN, Rosana Giaretta Sguerra. *Concepções teórico-metodológicas sobre a introdução e a utilização de computadores no processo ensino-aprendizagem da geometria*. Tese (Doutorado em Educação: Educação Matemática) — Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 1999.

_____. As possibilidades didático-pedagógicas de ambientes computacionais na formação colaborativa de professores de matemática. In: FIORENTINI, D. (Org.). *Formação de professores*

de matemática: explorando novos caminhos com outros olhares. Campinas, SP: Mercado de Letras, 2003.

_____. As potencialidades didático-pedagógicas de um laboratório em educação matemática mediado pelas TICs na formação de professores. In: LORENZATO, S. (Org.). *O laboratório de ensino de matemática na formação de professores*. Campinas, SP: Autores Associados, 2006.

MISKULIN, Rosana Giaretta Sguerra; ESCHER, Marco Antonio; SILVA, Carla Regina Mariano. A prática docente do professor de matemática no contexto das TICs: uma experiência com a utilização do MAPLE em cálculo diferencial. *Revista de Educação Matemática*, v. 10, p. 29-37, 2007.

MISKULIN, Rosana Giaretta Sguerra; LANNER DE MOURA, Anna Regina; SILVA, Mariana da Rocha. Um estudo sobre a dimensão semiótica da tecnologia na educação e na educação matemática. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 2., out./nov. 2003, Santos. *Anais...*, 2003. Santos, SP. (Versão em CD-ROM).

MISKULIN, Rosana Giaretta Sguerra; SILVA, Mariana da Rocha; ROSA, Mauricio. Comunidades de prática baseadas na tecnologia como histórias compartilhadas na formação continuada de professores de Matemática. In: REUNIÓN DE DIDÁCTICA DE LA MATEMÁTICA DEL CONO SUR, 6., out. 2006, Águas de Lindóia. *Anais...* 2006. Águas de Lindóia, SP. (Versão em CD-ROM).

MIZUKAMI, Maria da Graça N. et al. *Escola e aprendizagem da docência: processos de investigação e formação*. São Carlos: EdUFSCar, 2002.

MORAES, Maria Cândida. *Paradigma educacional emergente*. São Paulo: Papyrus, 1997.

MORETTI, Vanessa Dias. Formação contínua na práxis pedagógica: professores de matemática em atividades de ensino. In: ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 9., jul. 2007, Belo Horizonte, MG. *Anais...* (Versão em CD-ROM).

MOURA, Manoel Oriosvaldo de. A atividade de ensino como unidade formadora. *Bolema*, ano II, n. 12, pp. 29- 43, 1996.

_____. *O educador matemático na coletividade de formação: uma experiência com a escola pública*. Tese (Livre Docência) — Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, 2000.

_____. A atividade de ensino como ação formadora. In: CASTRO, A. D.; CARVALHO, Ana Maria Pessoa de (Org.). *Ensinar a ensinar: didática para a escola fundamental e média*. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2002.

_____. O educador matemático na coletividade de formação. In: TIBALLI, Elianda F. Arantes & CHAVES, Sandramara Matias (Org.). *Concepções e práticas em formação de professores: diferentes olhares*. Rio de Janeiro: DP&A Editora, 2003.

_____. Pesquisa colaborativa: um foco na ação formadora. In: BARBOSA, Raquel Lazzari Leite (Org.) *Trajéórias e perspectivas da formação de educadores*. São Paulo: Editora Unesp, 2004. Cap.18, p. 257-284.

NACARATO, Adair Mendes; PASSOS, Cármen Lúcia Brancaglioni. *A geometria nas séries iniciais: uma análise sob a perspectiva da prática pedagógica e da formação de professores*. São Carlos: EdUFSCar, 2003.

NOVAK, Joseph; GOWIN, Bob. *Aprender a aprender*. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 1999.

OLIVEIRA, Celina Couto; COSTA, José Wilson; MOREIRA, Mercia. *Ambientes informatizados de aprendizagem: produção e avaliação de software educativo*. Campinas: Papyrus, 2001.

OLIVEIRA, Marta Kohl. *Vygotsky: aprendizado e desenvolvimento: um processo sócio-histórico*. São Paulo: Scipione, 1997.

PAPERT, Seymour. *Logo: computadores e Educação*. Tradução J. A. Valente, B. Bitelman, A. V. Ripper. São Paulo: Brasiliense. Tradução de *Mindstorms - Children, computers and powerful ideas*, 1985.

_____. *A máquina das crianças: repensando a escola na era da informática*. Tradução Sandra Costa. Porto Alegre: Artes Médicas, 1994.

PENTEADO, Miriam Godoy. *O computador na perspectiva do desenvolvimento profissional do professor*. Campinas. Tese (Doutorado em Educação) — Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1997.

_____. Novos atores, novos cenários: discutindo a inserção dos computadores na profissão docente. In: BICUDO, Maria Aparecida Viggiani. (Org). *Pesquisa em Educação Matemática: concepções e perspectivas*. São Paulo: UNESP, 1999. pp. 297-313.

_____. Redes de trabalho: expansão das possibilidades da informática na educação matemática da escola básica. In: BICUDO, Maria Aparecida Viggiani; BORBA, Marcelo Carvalho (Org.). *Educação Matemática: pesquisa em movimento*. São Paulo: Cortez, 2004.

PEREIRA, Mariana Martins; SOUZA JÚNIOR, Arlindo José de; ALVES, Deive Barbosa; AMORIM, Lóren Grace Kellen Maia. Produção coletiva de objeto de aprendizagem: construindo relações trigonométricas. In: ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 9., 2007, Belo Horizonte, MG, *Anais...* Pôster. (Versão em CD-ROM).

PÉREZ GÓMEZ, Angel. *A cultura escolar na sociedade neoliberal*. Porto Alegre: Artmed, 2001.

PONTE, João Pedro da. Da formação ao desenvolvimento profissional. In: *Actas do ProfMat 98*, Lisboa: APM, 1998. p.27-44.

PONTE, João Pedro da; OLIVEIRA, Héliida; VARANDAS, José Manuel. O contributo das tecnologias de informação e comunicação para o desenvolvimento do conhecimento e da identidade profissional. In: FIORENTINI, Dario (Org.). *Formação de professores de matemática: explorando novos caminhos com outros olhares*. Campinas, SP: Mercado de Letras, 2003. p.159-192.

PRADO, Esther Pacheco de Almeida. *Os textos impressos para o ensino dos números inteiros na visão dos licenciandos em matemática*. Tese (Doutorado em educação: Educação Matemática) — Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2008. 165p.

RADFORD, Luis. Semiótica cultural y cognición. Conferencia plenaria dada en la Decimoctava Reunión Latinoamericana de Matemática Educativa. Universidad Autónoma de Chiapas, Tuxtla Gutiérrez, México, Julio 2004. Disponível em: <<http://www.laurentian.ca/NR/rdonlyres/808730CD-2FF4-45A3-AB1B-06BAFF87B51B/0/Tuxtla3.pdf>>. Acesso em: 20 out. 2008.

RAMOS, Andréia Ferreira; DOMENICO, Luiz Carlos de; TORRES, Patricia Lupion; MATOS, Elizete Lúcia Moreira. Uma experiência com objetos de aprendizagem no ensino da matemática. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA, 12., 2005, Florianópolis, SC. *Anais...* Disponível em: <<http://www.abed.org.br/congresso2005/por/pdf/187tcc3.pdf>>. Acesso em: 02 jul. 2008.

REGO, Teresa Cristina. *Vygotsky: uma perspectiva histórico-cultural da educação*. Petrópolis, RJ: Vozes, 1995.

RIVINA, Irene. A organização de atividades coletivas e o desenvolvimento cognitivo em crianças pequenas. In: GARNIER, Catherine; BEDNARZ, Nadine; ULANOVSKAYA, Irina. (Org.). *Após Vygotsky e Piaget: perspectiva social e construtivista*. Escolas russa e ocidental. Trad. Eunice Gruman. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.

ROBINSON, S., & MILLIGAN, K. Technology in the mathematics classroom. *Journal of Computing in Teacher Education*, v. 14, n. 1, pp.11-15, 1997.

RODRIGUES, Adriana; SOUZA JÚNIOR, Arlindo José; LOPES, Carlos Roberto. Objeto de aprendizagem na escola pública. In: LOPES, Carlos Roberto; FERNANDES, Márcia Aparecida. (Org.). *Informática na educação: elaboração de objetos de aprendizagem*. Uberlândia: EDUFU, 2007.

ROGAN, J. M. Online mentoring: reflections and suggestions. *Journal of Computing in Teacher Education*, v. 13, n. 3, pp.5-13, 1996.

RUBTSOV, Vitaly. Atividade coletiva e aquisição de conceitos teóricos de física por escolares. In: GARNIER, Catherine; BEDNARZ, Nadine; ULANOVSKAYA, Irina. (Org.). *Após Vygotsky e Piaget: perspectiva social e construtivista*. Escolas russa e ocidental. Trad. Eunice Gruman. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.

SÁ-CHAVES, Idália. *Portfolios reflexivos: estratégia de formação e de supervisão*. Aveiro: Universidade. 2000. 57p.

SANTAELLA, Lucia. *Cultura das mídias*. São Paulo: Experimento, 1996. 292 p.

SILVA, Rejane Maria Ghisolfi. Formação docente: outra lógica frente aos desafios da informatização. In: FONSECA, Selva Guimarães; BARAÚNA, Silvana Malusá; MIRANDA, Arlete Bertoldo. (Org.). *O uno e o diverso em educação escolar*. Uberlândia: EDUFU: FAPEMIG, 2005.

_____. Epistemologia e construção de materiais didáticos digitais. In: CICILLINI, Graça Aparecida; BARAÚNA, Silvana Malusá (Org.). *Formação docente: saberes e práticas pedagógicas*. Uberlândia: EDUFU, 2006.

SILVA, Rejane Maria Ghisolfi; FERNANDES, Márcia Aparecida. Produção e desenvolvimento de objetos de aprendizagem para o ensino de química: implicações na formação docente. In: LOPES, Carlos Roberto; FERNANDES, Márcia Aparecida. (Org.). *Informática na educação: elaboração de objetos de aprendizagem*. Uberlândia: EDUFU, 2007.

SOUZA, Maria José Araújo. *Informática educativa na Educação Matemática: Estudo de geometria no ambiente do software Cabri-Géomètre*. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Ceará, CE, 2001.

SOUSA, Maria do Carmo de. *O ensino de álgebra numa perspectiva lógico-histórica: um estudo das elaborações correlatas de professores do ensino fundamental*. Tese (Doutorado em educação: Educação Matemática) — Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2004. 286p.

TAVARES, J. *Uma sociedade que aprende e se desenvolve - relações interpessoais*. Porto: Porto Editora, 1996.

VALENTE, José Armando; ALMEIDA, Fernando José. Visão analítica da informática na educação no Brasil: a questão da formação do professor. *Revista Brasileira de Informática na Educação* — Sociedade Brasileira de Informática na Educação, n.1, pp.45-60, 1997.

VALENTE, José Armando. (Org.). *Computadores e conhecimento: repensando a educação*. 2. ed. Campinas: UNICAMP/NIED, 1998.

VIGOTSKI, Lev Semionovitch. *La imaginacion y el arte en la infancia*. Madrid, Akal bolsillo, 1982.

_____. *Pensamento e linguagem*. São Paulo: Martins Fontes, 1991.

_____. *A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores*. Tradução José Cipolla Neto, Luís Silveira Menna Barreto, Solange Castro Afeche. 6 ed. São Paulo: Martins Fontes, 1998.

YILDIRIM, Serdar & KIRAZ, Ercan. Obstacles in integrating online communications tools into preservice teacher education. *Journal of Computing in Teacher Education*, v. 15, n. 3, pp.23-28, 1999.

ZULATTO, Rúbia Barcelos Amaral. *Professores de matemática que utilizam softwares de geometria dinâmica: suas características e perspectivas*. 2002, 184f. Dissertação (Mestrado) — Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.

_____. *A natureza da aprendizagem matemática em um ambiente on-line de formação continuada de professores*. 2007, 174f. Tese (Doutorado) — Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.

Anexos

Anexo A

Autorização para uso de informações

Uberlândia, 10 de junho de 2006.

Caros alunos,

Dado ser esta disciplina (GMA008 – Informática e Ensino) ministrada pela primeira vez e sob minha responsabilidade, tenho a intenção de reservar os textos produzidos (portfólios); as gravações em áudio e/ou vídeo; os registros que farei das aulas como dados para estudo, para a minha pesquisa de Doutorado e para melhorar o próprio planejamento da disciplina. Informo também que a autoria das produções e as gravações, quando usadas na pesquisa, será indicada de forma generalizada, com nomes fictícios, preservando, assim, a identificação do aluno.

Gostaria que manifestassem seu acordo ou não com esse uso dos materiais produzidos na disciplina.

*Agradeço, antecipadamente, a colaboração de todos.
Profa. Fabiana Fiorezi de Marco*

Anexo B

Questionário

Prezado(a) aluno(a),

Este questionário faz parte da pesquisa que será realizada nesta disciplina sobre as implicações didáticas que a vivência de atividades de ensino e a produção de atividades de ensino em ambientes computacionais podem trazer para o processo de formação inicial do professor de Matemática. Reforço, mais uma vez, que os nomes dos participantes serão mantidos em sigilo.

Agradeço, antecipadamente, a colaboração de todos, esperando que a contribuição de cada um seja a mais autêntica possível.

Atenciosamente,

Profa. Fabiana Fiorezi de Marco

Nome: _____

Período do curso: _____

1) Sobre a relação do aluno-professor com o computador:

- Em qual cidade teve sua formação do Ensino Fundamental e Médio? Escola pública ou privada?

- Qual a sua experiência (escolar, pessoal e profissional) em relação ao computador na sua formação matemática escolar? Utilizou algum(ns) *software(s)*?

- Quais outros *softwares* você conhece?

2) Quais expectativas (pessoais e profissionais) tem em relação ao uso de ambientes computacionais no ensino de matemática?

3) Quais suas concepções sobre a relevância da informática em cursos de Formação de Professores?

4) Como você relaciona o ensino de matemática e informática?

5) O que é atividade de ensino para você?

6) O que você acha importante para elaborar uma atividade de ensino de matemática? Escolha uma série, um conteúdo e explique.

Anexo C

Atividades computacionais de ensino de matemática produzidas pelos protagonistas: uma apresentação

Fazemos uma breve apresentação das atividades computacionais de ensino de matemática produzidas, seus objetivos e ações dos protagonistas, que são alvo de nossa análise no capítulo V.

Para esta fase da pesquisa, como professora-pesquisadora, preocupamo-nos em criar condições de os protagonistas produzirem atividades nas quais pudessem representar seus conhecimentos matemáticos em ambientes computacionais e as possíveis explorações dos recursos da tecnologia para o desenvolvimento de conceitos matemáticos com seus futuros alunos.

Para esse momento de análise – a produção de atividades computacionais de ensino de matemática¹³⁴ –, relembramos a constituição dos três grupos de protagonistas, todos do período da manhã:

Grupo 1 (G1) – Rodrigo, Denise, Paula, Nataniel, Luíza e Marina.

Grupo 2 (G2) – Diego, Roberto, Eduardo, Fábio e Enzo.

Grupo 3 (G3) – Gabriela¹³⁵, Gustavo, Sofia, Túlio e Vivian²⁵⁴.

1 Construindo o conceito de área

O grupo 1 (G1), após muito discutir, trocar idéias, expor pontos de vista e compartilhar experiências já vividas nos campos de estágio, optou por produzir a atividade que intitulou “Construindo o conceito de área” (Figura 14). A idéia de tal atividade surgiu a partir da vivência da atividade de ensino denominada “(Re)significando o conceito de volume de paralelepípedo”, apresentada no capítulo III, subitem 3.5.1, e aliada a uma adaptação realizada a partir do livro didático *Matemática para todos*, 5ª série, dos autores Imenes e Lellis (2003)¹³⁶.



Fig. 14 – Tela de introdução da atividade computacional “Construindo o conceito de área”

Pelos registros no relatório final da disciplina Informática e Ensino, nesta atividade o grupo G1 tinha como objetivos:

Proporcionar ao aluno do Ensino Fundamental perceber a melhor maneira de proceder de forma mais rápida e objetiva para fazer o cálculo da área de figuras geométricas planas; ser capaz de raciocinar e criar suas próprias ferramentas que o auxiliem na resolução de exercícios envolvendo o conceito de área de um paralelogramo; e utilizar as fórmulas gerais após a compreensão delas (RF-set/06-G1).

Para a produção desta atividade, o G1 utilizou o *software* Macromedia Flash¹³⁷ e procurou inserir nela situações interativas e dinâmicas para que alunos do Ensino Fundamental possam construir seus conhecimentos sobre o conceito matemático de área, como se pode detectar nas reflexões registradas no relatório final deste grupo:

Tentamos buscar alguns exemplos na Internet, mas não encontramos nada que suprisse nossas necessidades e expectativas. Pensamos em trabalhar com o ábaco, mas devido ao fato de que outros grupos já iriam trabalhar com ele, achamos inviável utilizá-lo em nosso trabalho. Foi então que um dos componentes do grupo deu a idéia de trabalharmos com alguma coisa que envolvesse área de figuras planas, como o quadrado e o retângulo. Esta idéia foi bem aceita por todos, mas a princípio não sabíamos muito bem qual atividade especificamente trabalhar. Devido ao fato de precisarmos criar uma interação entre os alunos e atividade via computador, decidimos utilizar o software Flash, que supriria com louvor nossas necessidades de interatividade (RF-set/06-G1).

Como registrado em áudio no momento da apresentação de sua atividade ao grupo-classe, o G1 elaborou um contexto lúdico para convidar os alunos do Ensino Fundamental a participarem da aventura que planejavam (Figura 15):

Nas primeira e segunda telas, elaboramos um contexto lúdico em que aparece um caipira convidando o aluno a participar da atividade; na segunda, o mesmo caipira anunciará a situação-problema, que será a seguinte: "Vem com muita emoção arrastar o pé no chão. Pode escolher o salão, que será no maior pátio Pipoquinha ou no pátio Paçoquinha" (Depoimento audiogravado, G1).

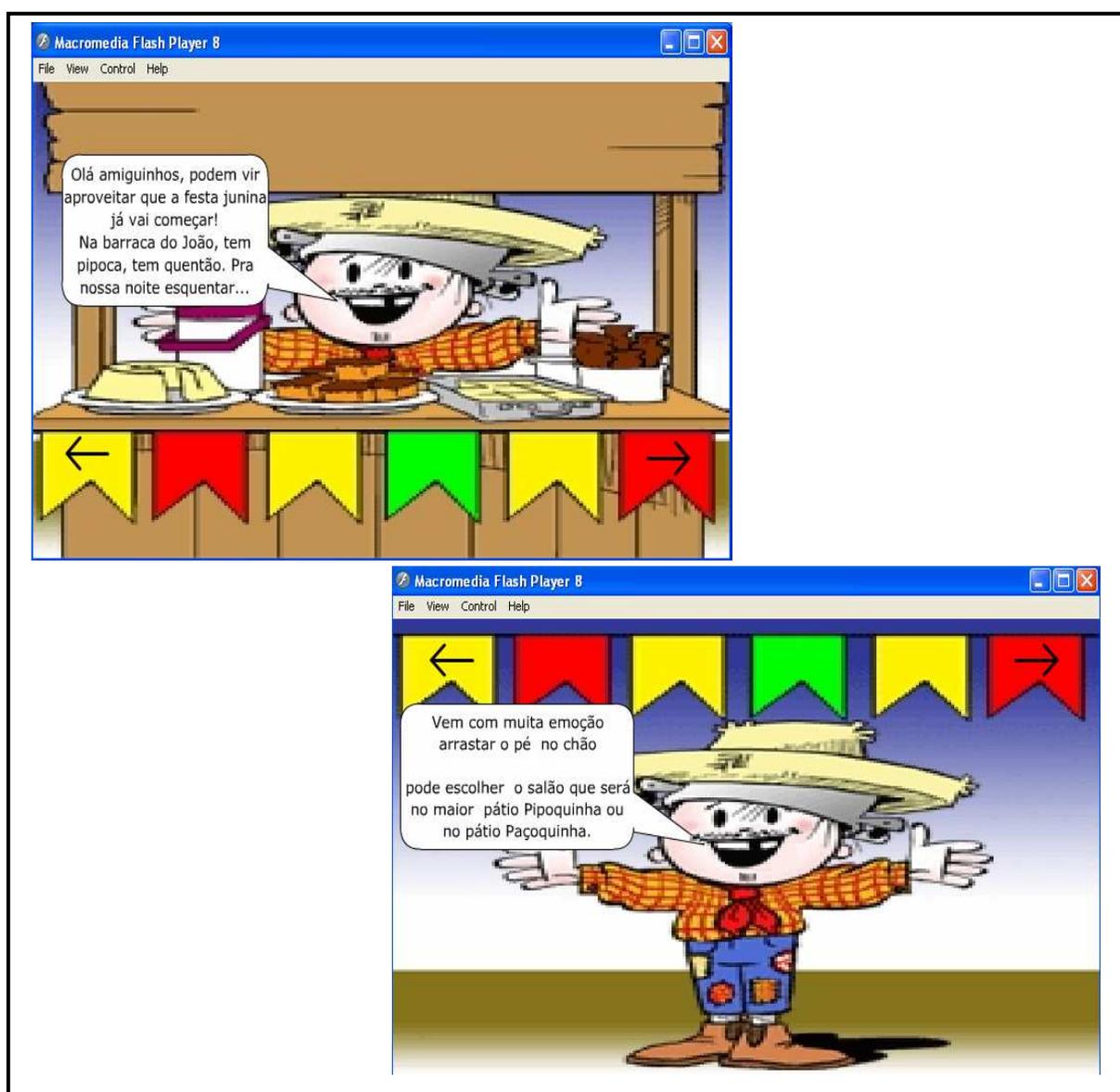


Fig. 15 – Contexto lúdico elaborado pelo G1

Por meio do *software* escolhido, os alunos escolares dispõem de três figuras geométricas planas – um quadrado, um triângulo equilátero e um círculo –, sendo todas de área 1 unidade de medida (Figura 16) para procurar preencher totalmente, com apenas uma delas de cada vez, duas áreas de formatos diferentes (pátios Paçoquinha e Pipoquinha). Eles deverão perceber qual figura geométrica, dentre as três oferecidas pela atividade, mais adequada a esta finalidade.

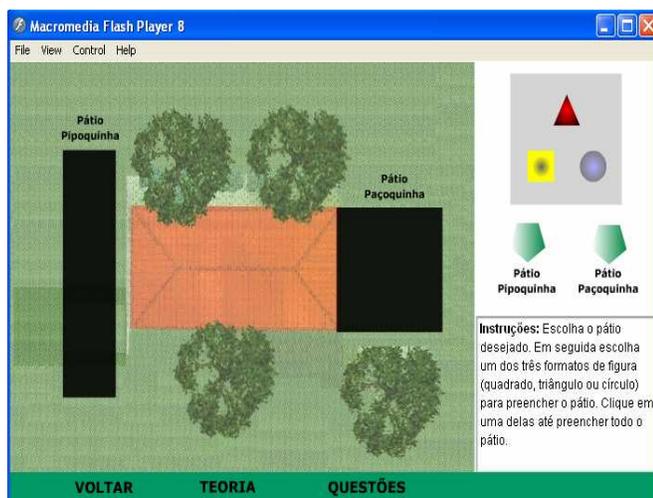


Fig. 16 - Tela de recobrimento de espaços

Este grupo também elaborou algumas questões que o aluno escolar pode acessar por meio de um *link* disponibilizado na própria atividade (Figura 17) e uma breve teoria a respeito de várias unidades de medida (Figura 18). Esses *links* podem servir como motivo para que os alunos escolares busquem novos conhecimentos em pesquisas e elaborem outras questões que possam trazer para a sala de aula, para discussão com o professor e com os colegas.

QUESTÕES

Questão 1: Com qual das figuras geométricas dadas você acha que é possível preencher totalmente o pátio pipoquinha e o pátio paçoquinha?

Questão 2: É possível cobrir totalmente os pátios com círculos? Por quê?

Questão 3: É possível cobrir totalmente os pátios com triângulos? Por quê?

Questão 4: É possível cobrir totalmente os pátios com quadrados? Por quê?

Questão 5: Qual dos dois pátios você acha que é maior ou que ocupa maior espaço? Por quê?

Questão 6: Quantas figuras você utilizou para preencher totalmente o pátio pipoquinha? Descreva o processo que você realizou para fazer o preenchimento.

Questão 7: Quantas figuras você utilizou para preencher totalmente o pátio paçoquinha? Descreva o processo que você realizou para fazer o preenchimento.

Questão 8: Existe um pátio maior que o outro? Justifique sua resposta.

Questão 9: Será que existe uma maneira mais rápida para encontrar o espaço total dos pátios?

Questão 10: Escreva o cálculo que você poderia fazer para encontrar o espaço total dos pátios de maneira mais rápida?

VOLTAR PARA A ATIVIDADE
IR PARA A TEORIA

Fig. 17 – Tela de questões

TEORIA

Unidades de comprimento: As unidades de medida surgiram com a necessidade de medir.

Para medir um segmento ou uma superfície podemos escolher uma unidade de comprimento, que pode ser a mão, o pé, o lápis, o tênis, a tampa da caixa de sapato, o metro, a polegada, a jarda, entre outros.

A medida do lado no retângulo é o comprimento ou a largura.

A medida da superfície é a área do retângulo.

O **metro** é a unidade padrão de comprimento.



O **centímetro** (símbolo cm) é uma unidade de comprimento (ou distância) igual a 10-2 metros.

Pé ou **pés** no plural é uma unidade de medida de comprimento. Um pé corresponde a doze polegadas e três pés são uma jarda. Um pé equivale a 30,48 cm.



A **Jarda** era originalmente a medida do cinturão masculino, que recebia esse nome. No século XII, o rei Henrique I, da Inglaterra, fixou a jarda como a distância entre seu ombro e o dedo médio da mão estendida.



O que é metro quadrado (m²)?
É a unidade padrão de área. É uma região quadrangular de 1 metro de lado.

VOLTAR PARA A ATIVIDADE **IR PARA AS QUESTÕES**

Fig. 18 – Algumas unidades de medida

2 Bebendo leite

Tendo vivenciado atividades de ensino que envolviam “entradas e saídas” de mercadorias de um estabelecimento comercial¹³⁸, o G2 optou por elaborar uma atividade computacional de ensino que recebeu o título de “Bebendo Leite” (Figura 19). Segundo registros no relatório final de disciplina, esta atividade para este grupo, tinha os seguintes objetivos:

O objetivo é fazer os alunos interagirem dinamicamente com a atividade e, com o auxílio do professor, formalizarem o conceito de número positivo e número negativo a partir do enchimento e do esvaziamento do sólido geométrico: tambor cilíndrico; explorar o conceito de zero (RF-set/06- G2).

Para produzir esta atividade, o G2 procurou inserir elementos computacionais que possam oferecer aos futuros alunos um bom nível de interatividade e dinamicidade para a construção dos conceitos matemáticos que escolheu – números positivos e negativos – e utilizou, para isto, o *software* Macromedia Flash. Este grupo, assim como o G1, elaborou um contexto com o objetivo de convidar os futuros alunos do Ensino Fundamental a participarem da aventura, conforme vemos na figura abaixo.

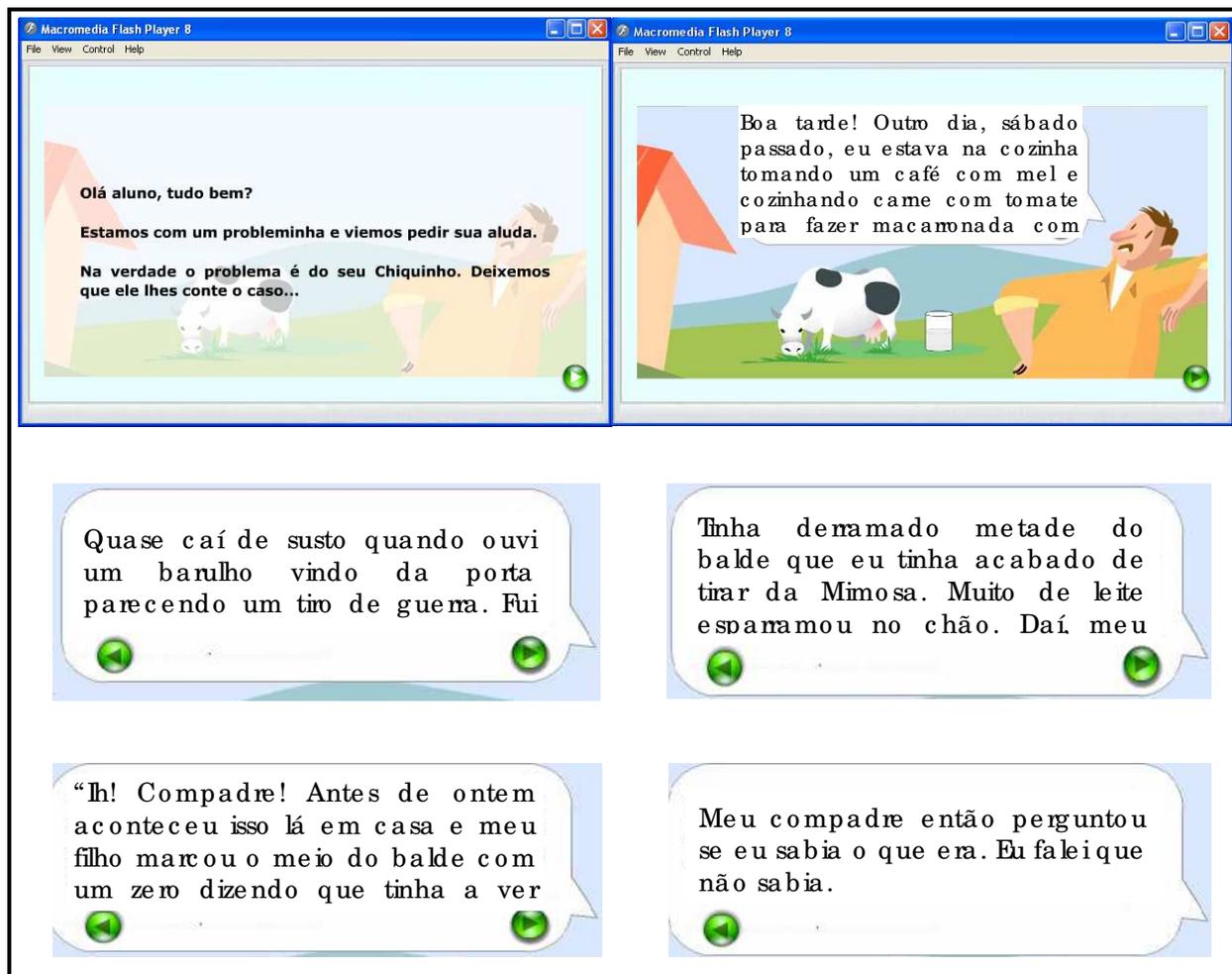


Fig. 19 – Contexto lúdico elaborado pelo G2

Segundo registros finais deste grupo, eles procuravam produzir uma atividade que possibilite ao aluno do Ensino Fundamental estar ativo em suas ações de exploração da idéia de números positivos e negativos:

produzir uma atividade computacional que possibilitasse aos alunos do Ensino Fundamental serem vistos como sujeitos ativos e que pudessem interagir com a atividade, explorar intuitivamente a idéia de número positivo e negativo a partir da entrada e saída de líquido em um sólido geométrico - o tambor cilíndrico -, tendo a mediação do professor para orientar para a formalização matemática de conceito abordado (RF-set/06-G2)(Figura 20).

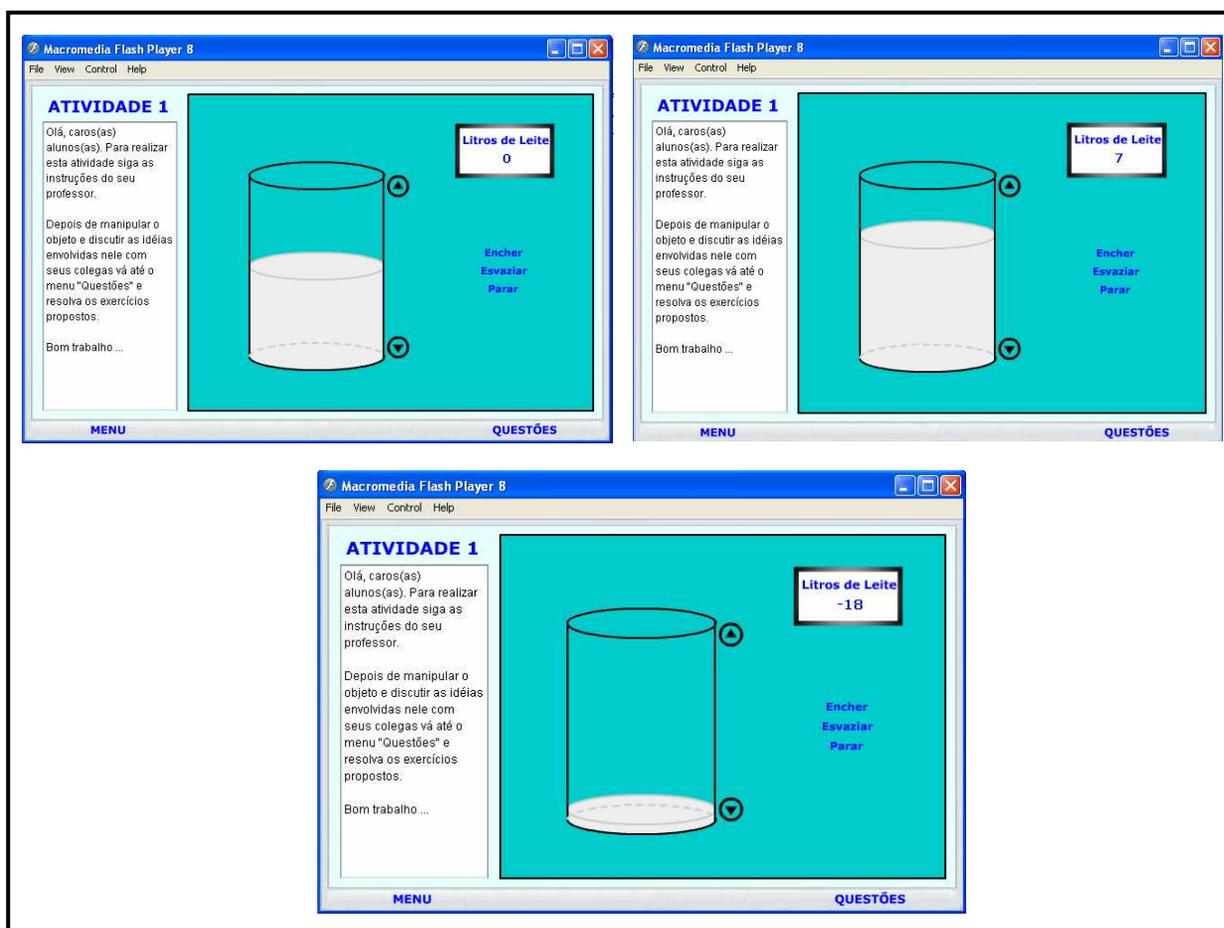


Fig. 20 - Entrada e saída de líquido em um sólido geométrico

Um dos pontos de grande discussão no grupo foi o fato de terem de escolher um recipiente que mantivesse a mesma quantidade de líquido em todo seu interior. A primeira idéia

foi utilizar um “balde”, mas a similaridade ao tronco de cone não os levaria a atingir o objetivo de manter a mesma quantidade de líquido em todo o recipiente.

Para a exploração desta atividade, o G2, em seu relatório final de disciplina, sugere que o professor dirija toda a atividade em sala de aula, propondo diferentes momentos de reflexões e lançando questões para estes momentos.

Primeiro Momento (trabalhar a definição de zero)

A primeira atividade é definir o zero (0). O professor deve questionar seus alunos: "o que é zero?". Sugerimos que o professor oriente seus alunos a ir à biblioteca da escola procurar no dicionário uma definição para o "zero". O professor pode enriquecer a pesquisa dos alunos, conversando como os professores de Português e História sobre as definições sobre o zero (0) e a pesquisa pedida aos alunos. Na atividade que produzimos, os primeiros 15 a 20 minutos devem ser destinados à discussão sobre "o que é o zero". Tem-se por objetivo, na primeira situação-problema elaborada, discutir a definição do zero como origem no caso da atividades (RF-set/06-G2, autoria dos grifos).

As situações-problema criadas pelo G2 podem ser acessadas facilmente e dinamicamente pelos alunos ao clicar, na barra de menu, o [link QUESTÕES](#) (Figura 21).

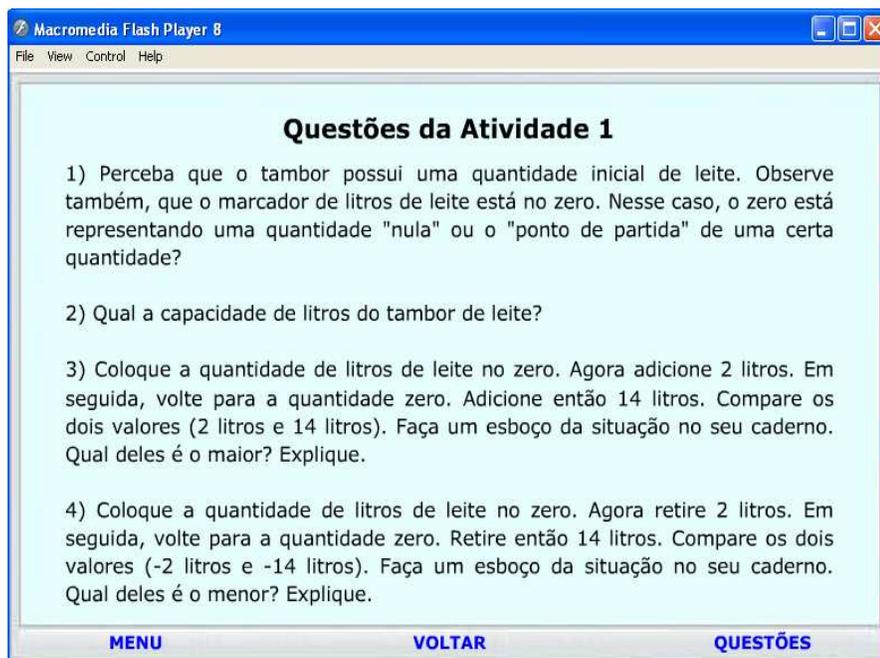


Fig. 21 – Situações-problema elaboradas pelo G2

Como primeira questão, como podemos notar no extrato do relatório final do G2, acima, este grupo sugere que o professor discuta com os alunos o significado do zero; e comente com eles que, no caso desta atividade, este valor indica uma origem, um equilíbrio (PRADO, 2008), e não a ausência de alguma coisa.

Diferentemente do G1, este grupo não oferece ao aluno um *link* relacionado ao aspecto histórico da teoria do conteúdo abordado, porém indica, em seu relatório final, que o professor deve mediar toda a discussão histórica sobre tal conceito:

Optamos, nesta atividade, por deixar que o professor faça a discussão histórica com os alunos, pois estes podem fazer uma pesquisa bibliográfica e trazer informações diversas para a sala de aula, enriquecendo o conhecimento de todos (RF-set/06-G2).

3 Aprendendo função com o auxílio do *software* Cabri Géomètre II

Como registrado no relatório final de disciplina, para a produção desta atividade o grupo 3 (G3) tinha como objetivo:

*Propor uma situação na qual o aluno do Ensino Médio possa compreender o conceito de função como um movimento regular; levá-lo a explorar o *software* Cabri Géomètre II para resolver problemas e desenvolver a experimentação ou a modelagem matemática de problemas do mundo real; e promover a compreensão, a interpretação e a utilização de representações matemáticas (tabelas, gráficos, expressões, equações, símbolos) (RF-set/06-G3).*

Para operacionalizar esses objetivos, o G3 produziu a atividade computacional de ensino que denominou “Aprendendo função com o auxílio do *software* Cabri Géomètre II” (Figura 22) e utilizou a idéia de movimento regular, discutido na atividade que denominamos *(Re)construindo o conceito de função*, apresentada no capítulo III, subitem 3.5.3, como vemos no registro que segue:

Percebemos a importância da visualização do aluno de movimento regular no estudo de funções de 1º grau e acreditamos que as atividades de ensino vivenciadas sobre este tema nos proporcionaram compreender significativamente o conceito de função (RF-set/06-G3).

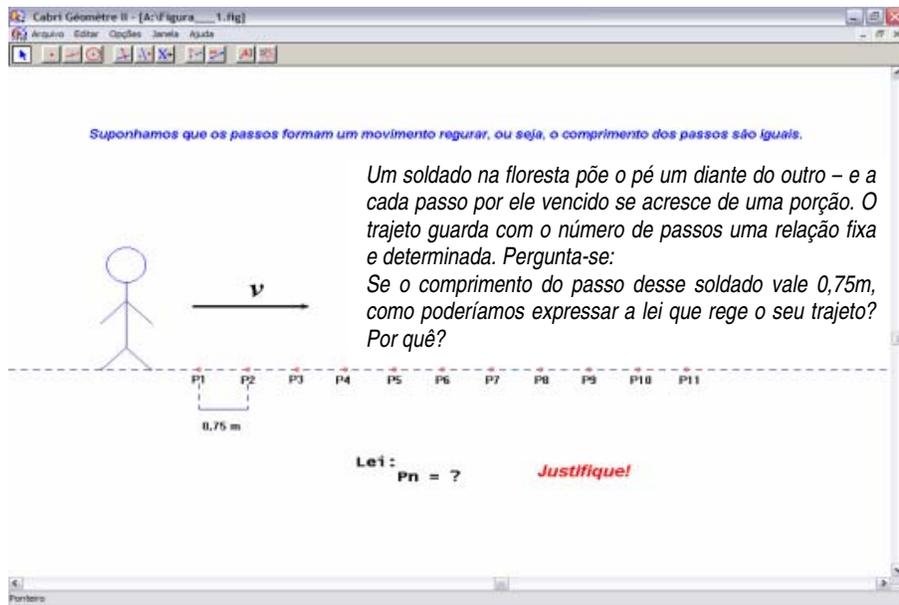


Fig. 22 – Tela inicial da atividade computacional de ensino produzida pelo G3

Como ações projetadas para propiciar um contexto desafiador e instigante para o aluno do Ensino Médio, o G3, utilizando ainda a idéia de movimento regular, propõe as seguintes questões (Figuras 23a, 23b):

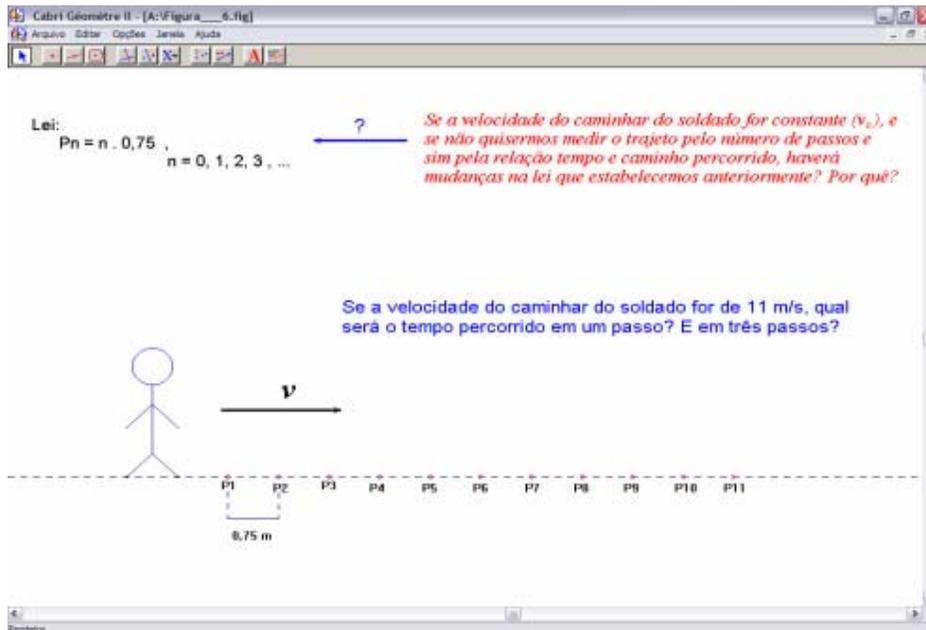


Fig. 23a – Situação-problema 1 elaborada pelo G3

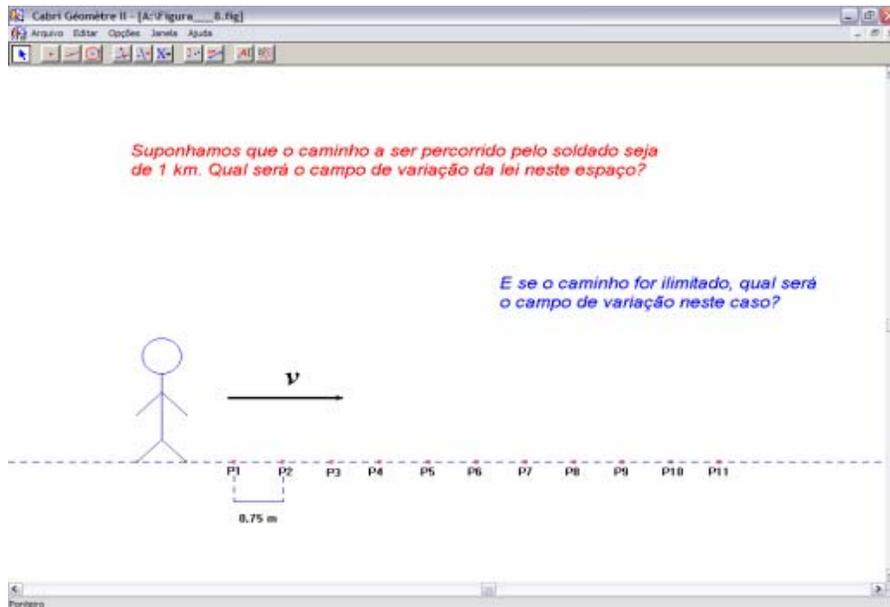


Fig. 23b – Situação-problema 2 elaborada pelo G3

Como questão final, o grupo propõe aos alunos do Ensino Médio a construção do gráfico¹³⁹ da função do número de passos por espaço percorrido utilizando o *software* Cabri Géomètre II (Figura 24).

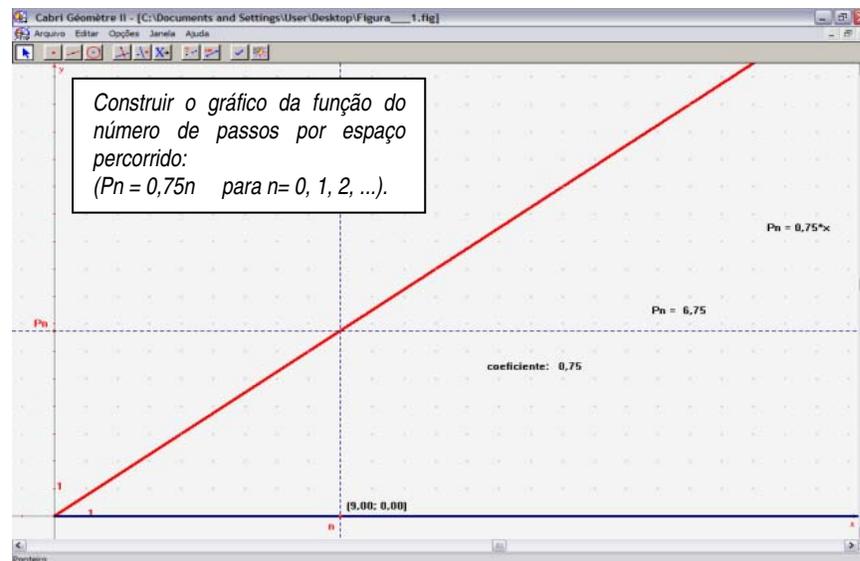


Fig. 24 – Gráfico elaborado pelo G3 por ocasião da apresentação do trabalho