



PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE MINAS GERAIS
PREPES – Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática

**FORMAÇÃO DE PROFESSORES PARA O ENSINO DE GEOMETRIA EM
AMBIENTES INFORMATIZADOS:
Possibilidades de um trabalho cooperativo.**

Aécio Oliveira de Miranda

Belo Horizonte
2008

AÉCIO OLIVEIRA DE MIRANDA

**FORMAÇÃO DE PROFESSORES PARA O ENSINO DE GEOMETRIA EM
AMBIENTES INFORMATIZADOS:
Possibilidades de um trabalho cooperativo.**

Dissertação apresentada ao Programa de
Mestrado em Ensino de Ciências e
Matemática da Pontifícia Universidade
Católica de Minas Gerais, como requisito
parcial para obtenção do título de Mestre
em Ensino de Matemática

Orientadora: Maria Clara Rezende Frota

Belo Horizonte
2008



PUC Minas

Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática

FOLHA DE APROVAÇÃO

“FORMAÇÃO DE PROFESSORES PARA O ENSINO DE GEOMETRIA EM AMBIENTES
INFORMATIZADOS: Possibilidades de um trabalho cooperativo”.

AÉCIO OLIVEIRA DE MIRANDA

Dissertação defendida e aprovada pela seguinte banca examinadora:

Profª. Drª. Maria Clara Rezende Frota – Orientadora (PUC Minas)
Doutorado em Educação (UFMG)

Prof. Dr. Arlindo José de Souza Júnior – (UFU – Uberlândia)
Doutorado em Educação (UNICAMP)

Prof. Dimas Felipe de Miranda
Doutorado em Tratamento da Informação Espacial (PUC Minas)

Belo Horizonte, 28 de agosto de 2008.

Ao meu filho Breno, que foi sempre a maior inspiração para todas as minhas ações e conquistas, com o pedido de perdão pelas minhas tantas ausências.

À Beth, companheira querida e principal incentivadora. Obrigado por todas as vezes que abriu mão de seus próprios trabalhos para estar ao meu lado me apoiando.

Aos meus pais, irmãos e irmã e à minha sobrinha Kamily.

AGRADECIMENTOS

Muitas foram as pessoas e espaços que possibilitaram a construção desse trabalho, ainda que as limitações de espaço inviabilizem listar cada nome, gostaria de dedicar a todos essa conquista. Alguns estiveram presentes de maneira explícita; outros ocultos nas tramas do cotidiano. Em especial gostaria de agradecer:

Primeiramente a Deus por ter sido sempre a luz que clareou o meu caminho. Nos momentos de aflição e desespero eu recorri a Ele em oração e encontrei alento, força e confiança para continuar trabalhando.

À Fundação Educacional do Vale do Jequitinhonha, instituição em que trabalho, pelo espaço cedido.

À Escola Estadual Professor Leopoldo Miranda, onde os conflitos e reflexões do dia-a-dia foram fonte de inspiração e debate.

À Professora Maria Clara, pela disponibilidade e por me fazer acreditar nesse sonho.

Ao meu Pai, pelo exemplo de dedicação e perseverança.

À minha Mãe, pelo carinho e pelo exemplo de amor e dedicação à profissão docente.

Aos meus irmãos Adélcio, Agnaldo e Agda, pelo companheirismo e incentivo.

Ao Thiago, parceiro e amigo querido, sem o qual esse trabalho não seria o que é.

Às amigas Liliana e Lia, por acreditarem e incentivar o meu trabalho.

Ao amigo Marcelo, pelo companheirismo e pelo incentivo.

Aos alunos Antônio Carlos, Flávia, Marcone, Nádia e Vanessa, parceiros e colaboradores do GEGDEG.

Aos alunos do Curso de Licenciatura em Matemática da Faculdade de Filosofia e Letras de Diamantina, sobretudo àqueles que resolveram e discutiram as atividades de geometria dinâmica.

Ao professor Ronaldo, pelo espaço cedido e pelas discussões que foram muito importantes para a realização desse trabalho.

Aos alunos do Estudo Piloto, por terem se empenhado em resolver e enviar as atividades.

Ao amigo Weber, pela revisão do resumo em inglês.

“Como decifrar pictogramas de há dez mil anos
se nem sei decifrar
minha escrita interior?”

Interrogo signos dúbios
e suas variações calidoscópicas
a cada segundo de observação

A verdade essencial
é o desconhecido que me habita
e a cada amanhecer me dá um soco.

Por ele sou também observado
com ironia, desprezo, incompreensão.
E assim vivemos, se ao confronto se chama viver,
unidos, impossibilitados de desligamento,
acomodados, adversos,
roídos de infernal curiosidade.”

Carlos Drummond de Andrade

RESUMO

O presente trabalho tem como questão central a discussão acerca da importância da formação de professores aptos a ensinarem Geometria em ambientes informatizados. Essa temática foi trabalhada a partir da metodologia de pesquisa-ação, em uma perspectiva cooperativa, buscando investigar as seguintes questões: como preparar os futuros professores de matemática para ensinar geometria em uma escola que cada vez mais vem pretendendo se tornar informatizada? E, ainda, de que forma(s) a perspectiva do trabalho coletivo pode contribuir para que o uso de novas tecnologias possa integrar efetivamente as práticas pedagógicas dos futuros professores? O objetivo da pesquisa foi propor e estudar um modelo de formação de professores que perspectivasse a criação de grupos cooperativos de investigação como um fator de desenvolvimento da autonomia no uso didático de softwares de geometria dinâmica no ensino de geometria. A partir da formação de um grupo cooperativo buscou-se entender de que forma professores e alunos poderiam se apropriar e aprofundar conhecimentos sobre o uso didático de tecnologias tais como os softwares de Geometria Dinâmica e as possibilidades que o ensino de Geometria pode vir a ter, caso sejam disponibilizados e usados ambientes informatizados de maneira inovadora.

Palavras chaves: Ensino de Geometria – Formação de Professores – Grupos Cooperativos – Novas Tecnologias de Informação e Comunicação – Geometria Dinâmica – Cabri-Géomètre.

ABSTRACT

The central quest of this work is to discuss the importance of training teachers to teach geometry in computer-aided settings. This theme has been wrought on the action-research methodology, from a cooperative perspective, aiming at thinking about questions like: how to prepare the future teachers of mathematics to be capable of teaching geometry in schools which are gradually intending to become computer-aided? Also, in what way(s) might the perspective of a collective work contribute to ensure that the use of new technology could effectively integrate the future teachers' pedagogical practice? By the formation of a cooperative group, one sought the understanding of and a reflection on the way teachers and learners could grasp and deepen their knowledge about the didactic use of technology such as softwares on Dynamic Geometry and the possibilities that the teaching of Geometry could have, in case computer-aided settings come to be offered and used in a novel way.

Key-words: The teaching of geometry – Teacher training – Cooperative Group – New technologies of information and communication – Dynamic Geometry – Cabri-Géomètre.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Resolução de atividade	65
Figura 2: Resolução de atividades Grupo A	66
Figura 3: Resolução de atividades Grupo A	67
Figura 4: Resolução de atividades Grupo A	67
Figura 5: Resolução de atividades Grupo C	73
Figura 6: Resolução de atividades Grupo A.....	74
Figura 7: Resolução de atividades Grupo A	74
Figura 8: Resolução de atividades Grupo A	75
Figura 9: Resolução de atividades Grupo A	75
Figura 10: Ilustração	89
Figura 11: Ilustração	89
Figura 12: Ilustração	90

LISTA DE SIGLAS

ANPED – Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Educação

CNTE – Confederação Nacional dos Trabalhadores em Educação

ENEM – Encontro Nacional de Ensino de Matemática

FEVALE – Fundação Educacional do Vale do Jequitinhonha

GEGDEG – Grupo de Estudos em Geometria Dinâmica e Ensino de Geometria

GT – Grupo de Trabalho

LDB – Lei de Diretrizes e Bases da Educação

MEC – Ministério da Educação

MMM – Movimento da Matemática Moderna

Nuti – Núcleo de Tecnologia Informática

PCN – Parâmetros Curriculares Nacionais

PREPES – Programa de Pós-Graduação *Lato e Stricto Sensu*

PROINFO – Programa Nacional de Informática na Educação

PUC-MINAS – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais

SBEM – Sociedade Brasileira de Educação Matemática

Seed – Secretaria de Educação a Distância

TIC – Tecnologias de Informação e Comunicação

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	11
2	O ENSINO DE GEOMETRIA NO BRASIL EM DIFERENTES TEMPOS	16
3	OS CURSOS DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES, AS NOVAS TECNOLOGIAS E O ENSINO DE GEOMETRIA: OUTRAS POSSIBILIDADES, NOVOS DESAFIOS	26
3.1	Programas de Geometria Dinâmica e perspectivas de ensino	29
3.2	Novas tecnologias na escola.....	34
3.3	Formação de professores aptos para ensinar Geometria na escola informatizada	37
4	METODOLOGIA: PERCURSO DA PESQUISA.....	42
4.1	As fases da pesquisa: breve caracterização	52
5	GEOMETRIA DINÂMICA: EXPLORANDO A GEOMETRIA E AS POSSIBILIDADES DE UTILIZAÇÃO DIDÁTICA.....	57
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	79
	REFERÊNCIAS.....	84
	APÊNDICE	88

1 INTRODUÇÃO

Durante muitos anos, milênios, desde que a geometria grega floresceu e foi divulgada, sobretudo através da obra “Os Elementos” de Euclides esse campo de conhecimento tem sido reconhecido como um dos mais propícios ao desenvolvimento da capacidade de raciocínio e de abstração. Os conhecimentos geométricos influenciaram a construção de grandes teorias científicas desde Euclides até hoje, como os trabalhos no campo das Geometrias não-euclidianas de Gauss, Riemann, Bolyai e Lobachevsky, as leis básicas da mecânica de Newton, a teoria da relatividade de Albert Einstein e outras. (MLODINOW, 2004; BOYER 2002).

Entretanto, nos últimos anos, tem-se percebido nas pesquisas científicas, afirmações apontando para o fato que o ensino de geometria no Brasil anda mal. É notório também que, ao lado de tais constatações, tem surgido um conjunto significativo de pesquisas motivadas pela busca de melhoria da qualidade do ensino de geometria; embora o efeito de tais esforços ainda não sejam sentidos com a intensidade desejada. Os resultados de trabalhos de inúmeros pesquisadores indicam que devemos continuar investindo esforços no sentido de construir propostas inovadoras e metodologias alternativas, na tentativa de contribuir para elevar a qualidade do ensino de geometria ofertado. (PAVANELLO; ANDRADE, 2002; ALMOULOUD et al., 2004; ALMOULOUD; MANRIQUE, 2002).

Historicamente, o ensino de geometria no Brasil, assim como em outras partes do mundo, é marcado por apresentar dificuldades. Anteriormente ao Movimento da Matemática Moderna, esse ensino era caracterizado pelo modelo da repetição mecânica de exercícios e o treino e memorização de teoremas. Com o Movimento da Matemática Moderna a geometria passou por um período de abandono, chegando muitas vezes a ser excluída dos processos de ensino da Educação Básica. Posteriormente, já em nossos dias, em função das críticas relativas a esse estado de abandono, percebemos uma crescente valorização da geometria, sobretudo após a promulgação da Nova Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB) 9394/96. A partir da publicação da nova LDB e dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), não apenas as discussões sobre o Ensino de Geometria são “retomadas”, mas também se abrem novas perspectivas para o trabalho nesse campo de conhecimento e tais discussões ganham espaço nas pesquisas acadêmicas. (PAVANELLO; ANDRADE, 2002; PINTO, 2007; PIRES, 2005; SILVA, 2005).

O reconhecimento que a geometria é um espaço importante para o desenvolvimento do pensamento matemático já permeia o ideário de professores da Educação Básica, embora muitos reconheçam não possuírem formação adequada para ensinarem geometria. Assim, a meta de elevar o nível de qualidade do ensino de geometria demanda investimentos significativos nos processos de formação inicial e continuada de professores. Somente se sentirem que estão seguros e preparados para lidar com esse conteúdo, os professores poderão desenvolver atividades formativas inovadoras e eficientes nos níveis de formação básica.

A tarefa de formar professores aptos para o ensino de geometria ganhou, nos últimos tempos, um ingrediente a mais. Não apenas o ensino de geometria, mas também os processos de formação de professores de modo geral, não podem mais ocorrer, sem que seja considerado o ritmo acelerado de transformação da sociedade, impulsionado, sobretudo, pelo crescente desenvolvimento tecnológico experimentado pela humanidade nos últimos anos. Qualquer proposta de formação atual deve, pois, considerar a velocidade com que os conhecimentos se tornam obsoletos, as mudanças rápidas nas dinâmicas de aprendizagem e o surgimento de diversos mecanismos de aprendizagem, produção e socialização de conhecimentos.

Mais recentemente, e em decorrência do desenvolvimento tecnológico, ferramentas como as Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) têm sido alvo de inúmeras discussões relacionadas ao seu uso didático. O surgimento dos softwares de geometria dinâmica coloca uma nova perspectiva para o ensino de geometria; ensinar geometria em ambientes informatizados é uma tarefa, que embora possa ser atrativa do ponto de vista dos fascínios advindos da possibilidade de interagir com o conhecimento geométrico, exige um preparo específico. Como ensinar geometria nesse novo ambiente e com essas novas ferramentas tem sido outra questão que se associou ao conjunto das problemáticas relativas ao ensino de geometria.

Logicamente que as novas ferramentas exigem novos métodos, mas mais que isso elas alteram fortemente as relações entre professores e alunos e a organização do espaço escolar. O dinamismo, a interação, as possibilidades de aprendizagem em diversos ritmos em um mesmo espaço foge totalmente da perspectiva do modelo de ensino tradicional. O professor ocupa um lugar diferente no ambiente informatizado e a perspectiva do controle sobre o que se aprende, como se aprende e em que ritmo se aprende não se enquadra nessa outra configuração do ambiente escolar e dos processos de aprendizagem.

Formar um professor apto para ensinar geometria, nesse novo contexto, exige que se pense qual o novo papel do professor nesse processo de ensinar e aprender. Será que esse papel foi alterado? Qual geometria deve ser ensinada? Quais os métodos? Um aluno que cresceu em meio ao desenvolvimento tecnológico, acostumado a lidar com o computador em suas tarefas diárias, em seus momentos de lazer, que conhece a linguagem dessas máquinas mais que os seus professores, estudará geometria dinâmica em um ritmo que pode ser controlado pelo professor? E as questões, as dúvidas, os interesses, serão os mesmos de um aluno que só estuda a geometria convencional?

É provável que em um laboratório de informática as questões que se apresentam sejam desafiadoras para o próprio professor. Não se trata mais de um exercício de livro, invariável, que ele (professor) resolveu várias vezes. Cada exercício, cada problema pode gerar um problema novo, questões novas, novas discussões. Formar um professor para ensinar geometria na era da informática exige que se reflita acerca dessa problemática e de suas questões.

É nesse campo profícuo de investigação que se insere o trabalho que ora se apresenta e que traz como questão fundamental: como preparar os professores para ensinar geometria em ambientes informatizados? Na presente pesquisa buscou-se trabalhar essa temática a partir de múltiplas vertentes, tais como o estímulo ao trabalho coletivo, a constituição de grupos de investigação, a socialização de conhecimentos via internet e a construção de metodologias específicas para o ensino de geometria com recursos das TIC e as concepções sobre o uso didático de tais tecnologias.

Dessa forma, procurou-se observar, durante a realização da pesquisa, como a constituição de grupos de estudos em uma perspectiva cooperativa, pode ajudar a construir propostas de formação de professores para o uso dos novos recursos tecnológicos no ensino de geometria em ambientes informatizados. Essa indagação inicial evoluiu para as questões que passaram a ser formuladas da seguinte forma: (i) como preparar os futuros professores de matemática para ensinar geometria em uma escola que cada vez mais vem pretendendo se tornar informatizada? E (ii) como a perspectiva do trabalho coletivo pode contribuir para que o uso de novas tecnologias possa integrar efetivamente as práticas pedagógicas dos futuros professores?

Para tanto, observou-se por um período de, aproximadamente, um ano as atividades desenvolvidas no interior de um grupo constituído por seis alunos de um curso de Licenciatura em Matemática e o autor da pesquisa. Durante esse período, o grupo trabalhou

na apropriação e aprofundamento de conhecimentos sobre o uso didático de tecnologias tais como os softwares de Geometria Dinâmica. O trabalho se deu em uma perspectiva cooperativa, em que as experiências compartilhadas (pelo pesquisador e alunos e desses entre si) foram fundamentais para alcançar os objetivos propostos pelo grupo.

Além das atividades realizadas no interior do grupo, a socialização das mesmas com professores em exercício na educação básica, oportunamente, contribuiu para reflexões importantes, sem as quais o trabalho não teria alcançado o mesmo nível de profundidade.

O interesse em trabalhar com essa temática relaciona-se à nossa trajetória profissional e acadêmica. Ainda como licenciando do curso de Matemática, tivemos a nossa primeira experiência com softwares de geometria dinâmica, incorporando-os ao próprio processo de aprendizagem de geometria. Posteriormente, como professor de matemática, tivemos a oportunidade de fazer uso de tais recursos como ferramenta de ensino. Entretanto, como professor de construções geométricas e geometria plana em um curso de licenciatura começamos a sentir necessidade de investigar mais profundamente o impacto dessas ferramentas tecnológicas no processo ensino aprendizagem de matemática.

Durante alguns anos ensinando geometria na licenciatura, começamos a nos inquietar com a lentidão com que essas ferramentas eram incorporadas à prática docente e ao currículo dos cursos de formação de professores. Se os futuros professores não faziam uso de recursos tecnológicos dessa natureza em seus processos de formação, como poderiam se tornar usuários autônomos dessas tecnologias em suas práticas futuras como professores? Inquietações dessa natureza nos levaram a buscar o aprofundamento de nossos conhecimentos sobre o uso didático das novas tecnologias.

Acreditamos que a presente pesquisa é relevante para a melhoria da qualidade do ensino de geometria ofertado nos níveis de formação básica. O trabalho que ora se apresenta não apenas se propõe a refletir sobre o desenvolvimento de metodologias mais adequadas ao uso de ferramentas como softwares de geometria dinâmica no ensino de geometria, mas também propõe discussões significativas sobre a formação de professores aptos para a realização dessa tarefa, qual seja, ensinar geometria em ambientes informatizados com autonomia e competência de modo a possibilitar a produção de metodologias adequadas ao uso de tais ferramentas. Merece destacar ainda que a pesquisa também se justifica caso se considere a necessidade de investigação sobre a influência de trabalhos de natureza cooperativa no desenvolvimento da autonomia dos futuros professores com relação ao uso das

novas tecnologias e a socialização de suas experiências, como contribuição na construção de práxis diferenciadas.

A pesquisa que ora se apresenta, foi realizada na perspectiva da pesquisa-ação, usando-se como principal instrumento de coleta de dados a observação com anotações em diário de campo. Tal pesquisa está estruturada em cinco capítulos, sendo que no primeiro apresentam-se alguns apontamentos históricos sobre o ensino de geometria no Brasil; no segundo, discute-se a relação entre as novas tecnologias e o ensino de geometria. Esse capítulo está subdividido em três partes, (i) os programas de geometria dinâmica e algumas perspectivas de ensino (ii) uma discussão sobre a inserção das TIC na escola e (iii) uma discussão sobre a formação de professores para ensinar geometria em ambientes informatizados. O terceiro capítulo discute a metodologia utilizada na realização da pesquisa; o quarto trata da análise dos dados e o quinto apresenta as considerações finais.

2 O ENSINO DE GEOMETRIA NO BRASIL EM DIFERENTES TEMPOS

O processo ensino aprendizagem de Geometria no Brasil tem apresentado dificuldades ao longo dos tempos. No período anterior ao Movimento da Matemática Moderna as dificuldades centravam-se em um modelo de exposição do conteúdo geométrico pautado pela repetição mecânica e pela memorização de fórmulas, axiomas e teoremas. Essa proposta de ensino, espelhada na organização axiomática da geometria apresentada por Euclides em sua famosa coleção “Os elementos” pretendia promover uma visão da matemática como uma seqüência lógica, rigorosa de procedimentos; praticamente havia um único caminho a ser seguido de forma harmoniosa, perfeitamente desencadeada de uma maneira tal que cada teorema ou cada proposição deveria ser provada com base, exclusivamente, em outras verdades previamente estabelecidas com o mesmo rigor lógico, ou em algumas verdades postuladas.

No que se refere à área de Matemática, as discussões curriculares são, de certo modo, uma conseqüência das iniciadas na década de 1980, em que as críticas ao ensino de Matemática se intensificaram. Tais críticas centravam-se na preocupação excessiva com o treino de habilidades, com a mecanização de algoritmos, com a memorização de regras e esquemas de resolução de problemas, com a repetição e a imitação. Apontavam ainda como problemas a serem enfrentados, a priorização dos temas algébricos e a redução ou, muitas vezes, eliminação do trabalho com a Geometria. Destacavam também a tentativa de se exigir do aluno uma formalização precoce e um nível de abstração em desacordo com seu amadurecimento. (PIRES, 2005, p. 55)

Certamente tal proposta trazia consigo um grande problema, pois não possuindo os aprendizes de matemática e, quiçá, também os professores, a maturidade necessária para compreender os princípios intrínsecos a essa organização, a solução quase sempre era memorizar um conjunto de postulados/axiomas e teoremas e reescrevê-los em uma seqüência pré-estabelecida. Dessa forma, constituía-se como principal mecanismo de aprendizagem a “habilidade” de refazer um ou outro teorema, escolhido pelo professor. Essa proposta, naturalmente, não poderia contribuir para o desenvolvimento do raciocínio lógico, como se pretendia, nem tão pouco ajudava a perceber os princípios de estruturação do conteúdo matemático devido à passividade a que submetia o aprendiz no processo ensino aprendizagem; pois se ele não constrói, só repete algo que é dado como verdade absoluta, como poderá criticar? E se não critica, como poderá ser um aprendiz autônomo?

Essas questões somadas a um conjunto complexo de outras, levariam, inicialmente, a Europa, os Estados Unidos e depois a grande maioria de outros países a pensar mudanças profundas para o ensino de matemática. Tais mudanças culminaram no surgimento do que se chamou Movimento da Matemática Moderna. (MATOS, 2006).

Com o Movimento da Matemática Moderna, passou-se, gradativamente, a um processo de abandono da Geometria até a sua quase extinção dos programas de formação da Educação Básica. (PINTO, 2007; PAVANELLO, 1993).

Embora algum conteúdo geométrico estivesse presente nos livros didáticos das décadas de 70, 80 e início da década de 90, geralmente eles ficavam concentrados nos finais dos livros. Sendo assim, quase nunca eram trabalhados pelos professores que, por sua vez, praticamente não vivenciavam processos de formação no campo da Geometria nos cursos de licenciatura, ou se vivenciavam, não com a ênfase necessária para garantir aos professores da Educação Básica os instrumentos e autonomia exigidos para elevar o ensino de Geometria aos níveis almejados. (ALMOULOU et al., 2004; ANDRADE; NACARATO, 2004).

Se por um lado, a situação anterior era de uma abordagem problemática no sentido de que não alcançava os objetivos almejados por privilegiar aspectos mais voltados para a memorização e repetição mecânica, por outro a postura assumida por professores e pesquisadores em face do Movimento da Matemática Moderna não contribuiu muito para a melhoria do ensino de geometria. De fato, a partir do Movimento da Matemática Moderna o ensino de geometria “vive” ou passa a “viver” um momento ainda mais delicado, não pela ausência de problemas ou críticas relativas ao seu ensino, mas por um motivo ainda mais grave: a sonegação de informações de natureza geométrica ou, de certa forma, um descaso com tal conteúdo que só contribuiu para agravar o quadro já decadente pelo qual passava o ensino de geometria.

Ao discutir o papel da Geometria no MMM, Soares (2001)¹ alega que o novo enfoque dado à Matemática alterou o equilíbrio enciclopédico entre seus diversos campos e com isso, houve um certo desequilíbrio entre a atenção dada à Álgebra e à Geometria. Segundo a pesquisadora, frases mal interpretadas contra a Geometria Euclidiana, como “*Abaixo Euclides!*” do matemático Jean Dieudonné, pertencente o grupo francês Bourbaki, deixaram ainda mais crítica a situação do ensino da Geometria no Brasil. (SILVA, 2005, p. 76)

¹ SOARES, F. S. Movimento da Matemática Moderna no Brasil: Avanço ou Retrocesso? Dissertação (Mestrado em Matemática) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, 2001.

Evidentemente, não demoraria que a comunidade de educadores matemáticos percebesse que o abandono do ensino de geometria, se não pior, era tão complicado quanto o que vinha sendo feito anteriormente. Certamente, ensino de má qualidade é tão ruim quanto não ensinar, pois as duas práticas trazem em seu bojo, conseqüências gravíssimas e os resultados disso não demorariam a aparecer. Em face desse dilema, já no final da década de 70, começariam a aparecer as primeiras críticas ao Movimento da Matemática Moderna; boa parte delas relacionadas, exatamente, aos problemas que começavam a surgir como resultado da decadência do ensino de geometria que se seguiu a tal movimento.

A partir da promulgação da Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB), Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, as discussões sobre o ensino de geometria vêm ganhando fôlego, transformando-se em foco de atenção nas publicações de diversos pesquisadores da área de Educação Matemática. Isso fica claro quando se observa o número crescente de artigos publicados sobre o ensino de geometria nos Encontros Nacionais e Regionais de Ensino de Matemática promovidos pela Sociedade Brasileira de Educação Matemática (SBEM) bem como nos trabalhos apresentados no GT: Educação Matemática, da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Educação (ANPED).

Em um trabalho apresentado na 27ª reunião anual da ANPED, Andrade e Nacarato (2004) identificam, a partir dos trabalhos apresentados nos Encontros Nacionais de Educação Matemática da SBEM, o que consideram ser as “tendências didático-pedagógicas para o ensino de geometria”. Nessa pesquisa, os autores apontam para um crescente número de trabalhos relacionados ao ensino de Geometria o que comprova a tese de que pelo menos no interior das Sociedades Científicas de Educação Matemática o ensino de Geometria vem passando por um processo de valorização e de mudanças de concepções.

Acreditamos que o V ENEM (1995) se constituiu num marco para o ensino de Geometria, uma vez que, a partir desse encontro, identifica-se a emergência de novas abordagens didático-metodológicas. Constata-se que a Geometria Experimental e aquela com recursos computacionais mudam o foco, distanciando-se de uma característica puramente ativista para encaminhamentos que contemplam: a perspectiva sócio-cultural, a perspectiva das provas e argumentações/refutações e a busca de aportes teóricos. (ANDRADE; NACARATO, 2004, p. 4)

Alguns reflexos dessas discussões já são percebidos no processo ensino aprendizagem de geometria. Hoje, já não é raro encontrar professores na Educação Básica, que apesar de não terem o conhecimento com a profundidade necessária, pelo menos reconhecem a importância da geometria para o desenvolvimento do pensamento matemático e já buscam

aprofundar conhecimentos nessa área ao invés de simplesmente ignorá-la. Essa valorização também pode ser percebida nos livros didáticos, que, mais alinhados com as novas tendências vêm apresentando modificações, embora parte dos livros didáticos em uso hoje ainda demandem esforços no sentido de se adequarem a tais tendências e contribuam para a promoção das transformações necessárias.

Entretanto, um olhar mais cuidadoso nos resultados de inúmeras pesquisas, como em Pavanello e Andrade (2002), Veloso (1999), Almouloud et al. (2004), revela-nos que o estado de abandono enfrentado pela Geometria nas últimas décadas tanto na perspectiva da formação de professores aptos para ensinar Geometria, quanto no que se relaciona ao desenvolvimento de métodos de ensino de tal conteúdo, causou um déficit ao longo das últimas décadas que exigirá um grande investimento no sentido de tentar reparar os prejuízos advindos de tal abandono. Almouloud et al. (2004) apontam como um dos principais problemas relacionados ao ensino de Geometria a questão da formação dos professores. Esses autores advertem que ainda hoje a formação dos professores da Educação Básica é bastante precária, sobretudo no que diz respeito ao ensino de Geometria, *“assim, a maioria dos professores do ensino fundamental e do ensino médio não está preparada para trabalhar segundo as recomendações e orientações didáticas e pedagógicas dos PCN”* (p. 99).

De fato, esse dado não é surpreendente se pensarmos que boa parte dos professores em exercício, sobretudo nas escolas públicas, foi formada exatamente na perspectiva do Movimento da Matemática Moderna. Há aproximadamente três décadas, o ensino de geometria vivia um período de abandono conforme descrito acima. Se na Educação Básica a estrutura curricular estava sendo alterada e o ensino de geometria estava sendo relegado a um segundo plano ou ao total abandono, não é de se estranhar que nos cursos de formação de professores da época, este estado de abandono exerceria alguma influência. Caso se cruzem os dados das pesquisas educacionais, nas quais é consensual que existe um despreparo dos professores para ensinar geometria com uma outra pesquisa publicada pela Confederação Nacional dos Trabalhadores em Educação (CNTE) em 2003, perceberemos que existe uma coincidência: analisando os tempos de exercício dos professores das escolas públicas fica evidente que eles provavelmente estariam em processo de formação no período mais influenciado pelo Movimento da Matemática Moderna.

De acordo com a pesquisa “retratos da escola 3” da CNTE, de abril de 2003, a média de tempo de serviço dos professores em exercício na Educação Básica nas escolas públicas do Brasil era de 15 anos. Esse resultado nos leva a inferir que grande parte desses professores

estava em processo de formação justamente no período em que a geometria passava por um estágio de “abandono”. Esses dados estão em consonância com o fato constatado nas pesquisas acadêmicas que grande parte dos professores da Educação Básica não está preparada ou não se sente segura para ensinar Geometria.

Se por um lado a formação inicial de professores não capacita os docentes para o ensino de Geometria, existem ainda críticas relacionadas aos processos de formação continuada que também não atingem os objetivos demandados pelo ensino de Geometria. Segundo Paiva e Carvalho (2005), os programas de formação continuada para professores de Matemática são pensados em uma perspectiva dicotômica *“priorizando o conteúdo às custas do que apelidam “metodologia” ou, ao contrário, desprezando o conteúdo concentrando-se em questões didático-pedagógicas”* (p.102). Se já é um fato constatado que os professores apresentam deficiências graves de formação em relação aos conteúdos geométricos, programas de formação continuada que não levem em conta a estreita relação entre o saber pedagógico e o saber de área, não obterão êxito na proposta de contribuir para a melhoria da qualidade de ensino.

Some-se a isso o fato de que, ainda hoje, os livros didáticos, que na maioria das vezes são seguidos à risca pelos professores, continuam apresentando problemas que contribuem para a má qualidade do ensino de Geometria ministrado em nossas escolas. É visível que por influência de pesquisas recentes e mais ainda pelas orientações dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) a geometria vem ganhando espaço nesses livros. Entretanto, a questão que se aponta agora é o fato de os conteúdos continuarem sendo apresentados em uma perspectiva ainda deficiente com relação às tendências apontadas nos encontros nacionais e regionais promovidos pelas sociedades científicas de educação e de educação matemática, como por exemplo, as tendências identificadas por Andrade e Nacarato (2004) para o ensino de geometria. Essa perspectiva pode ser observada em Almouloud et al., (2004) conforme se vê abaixo.

[...] alguns livros didáticos também contribuem para a origem de vários problemas, pois as situações de ensino apresentadas naqueles que analisamos e que são propostas para os alunos, de maneira geral, pela maioria dos professores, não enfatizam suficientemente a coordenação de registros de representação semiótica e a importância da figura para a visualização e exploração. (ALMOULOU et al., 2004, p.99).

Certamente, as críticas tecidas acerca dos livros didáticos são pertinentes, uma vez que eles exercem forte influência sobre o trabalho do professor, que já apresentando uma

formação deficiente, dificilmente terá autonomia necessária para criticar as seqüências didáticas apresentadas nos livros e tampouco readaptá-las às realidades de seus alunos.

Se é verdade que sob a influência do Movimento da Matemática Moderna o conteúdo geométrico foi praticamente abolido dos livros didáticos brasileiros, é verdade o fato que uma forte herança desse movimento se faz presente em nossos livros didáticos até hoje. Mesmo após a retomada das discussões sobre a importância da Geometria para formação e desenvolvimento dos conceitos matemáticos; e ainda, mesmo após um volume crescente de artigos e publicações aprofundando discussões sobre o ensino de Geometria, apontando esse campo de conhecimento como um espaço profícuo para o desenvolvimento de percepções acerca da estrutura e da organização do conhecimento Matemático, a questão da demonstração ainda se faz ausente em nossos livros didáticos.

De um período em que os alunos decoravam, em muitos casos sem compreender, dezenas de demonstrações, passou-se para a situação actual em que dificilmente se poderá dizer que existe da parte de muitos alunos verdadeira experiência matemática, pois não chegam a esboçar uma demonstração em toda sua escolaridade. (VELOSO, 1999. p. 17)

Com efeito, é exatamente sob influência do Movimento da Matemática Moderna que o desenvolvimento do pensamento lógico-formal é desestimulando sob o pretexto de que a compreensão da lógica de uma demonstração é resultado de um processo demasiadamente longo, não devendo ser imposto ao aluno. É embasado nesse pensamento que o ensino de Geometria e a questão da organização do pensamento matemático são abandonados, abrindo espaço para os conteúdos de natureza algébrica e, conseqüentemente, reforçando um ensino de Matemática pautado pela repetição mecânica a partir do manuseio de signos matemáticos, sem nenhuma garantia da compreensão das ações realizadas nem da formação dos conceitos pretendidos. (DAVID, 2005).

Para David (2005), essa postura (priorizar os conteúdos de natureza algébrica em detrimento dos geométricos) é uma atitude equivocada. De acordo com essa autora, é precisamente na geometria que os alunos vão encontrar as condições necessárias para compreender resultados e esboçar demonstrações, ainda que razoavelmente rigorosas. Entretanto, afirma que *“no estudo da Aritmética ou da Álgebra se torna mais difícil colocar o aluno de nível elementar nas condições de fazer ou acompanhar uma demonstração que não seja completamente trivial”* (p. 38).

Uma questão crucial, subjacente ao problema da demonstração, principalmente em geometria é o fato que quase sempre quando se trata de demonstração, toma-se como modelo

uma proposta de organização completa de um conjunto de conhecimentos. Assim, ou se demonstra tudo, ou não se demonstra nada, ou seja, fala-se em um curso de geometria intuitivo ou em um curso formal. Mas será possível construir uma organização completa da geometria em um nível de formação básica? Caso essa resposta seja negativa, o caminho é abandonar a questão da demonstração? Para Alsina (1999) indução e dedução não têm que ser colocados em uma perspectiva dicotômica. Para essa autora os dois caminhos podem e devem ser trilhados concomitantemente. *“O êxito da educação geométrica dependerá em parte do acerto que se tenha em ponderar e “seqüenciar” as doses adequadas de indução e dedução”* (p. 33).²

O problema com a formalização, em geometria principalmente, é que tradicionalmente uma organização mais axiomática desse conteúdo é sempre dada no sentido de se seguir os níveis de complexidade, não do conteúdo em si, mas das dificuldades de formalização. A geometria espacial, por exemplo, vem sempre depois da plana, pois em se seguindo o rigor lógico formal, não existe outro caminho possível. Esse é um dos problemas com uma proposta de formalização global. Uma grande quantidade de descobertas que poderiam ser feitas intuitivamente são adiadas até que os educandos tenham a maturidade necessária para aprender rigorosamente o conteúdo, o que pode nunca vir a acontecer. Veloso (1999) defende uma proposta, segundo ele apresentada por Freudenthal, de uma organização local. Essa proposta consistiria em substituir a organização global, geralmente pretendida, e quase nunca alcançada por outro modelo, qual seja, *“o que deve ser proporcionado aos alunos são experiências de organização local, em que um pequeno número de resultados conjecturados por eles sejam, por meio de curtas deduções, interligados logicamente”* (p. 21).

Seguindo essa linha de pensamento seria possível possibilitar aos alunos, mesmo àqueles da educação básica, vivenciarem experiências de organização matemática, levando-os a compreender a natureza do conhecimento matemático combinando, na medida certa, intuição, dedução e estimulando-os a levantar hipóteses, testar resultados e organizá-los logicamente sem enfadá-los com a já malfadada proposta de organização global. Outra vantagem é que conteúdos importantes, que tradicionalmente são adiados para um nível mais elevado devido à complexidade de formalização, como é o caso da geometria espacial, podem ser antecipados, trazendo grandes benefícios para a formação dos alunos.

Diante do complexo cenário em que se situa o ensino de Geometria e da Matemática de modo geral, observa-se, um conjunto de esforços para promover as transformações

² El éxito de la educación geométrica dependerá en parte del acierto que se tenga en ponderar y secuenciar las dosis adecuadas de intuición y de deducción. Tradução nossa.

necessárias para mudar o estado atual em que se encontra o ensino de geometria e fazer com que esse campo de conhecimento possa, efetivamente, contribuir para a compreensão e desenvolvimento do pensamento matemático.

Pensar o ensino de geometria hoje exige que se pense, sobretudo, qual é o propósito do ensino de geometria na Educação Básica e para quem essa geometria deverá ser ensinada. De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais “*A Matemática comporta um amplo campo de relações, regularidades e coerências que despertam a curiosidade e instigam a capacidade de generalizar, projetar, prever e abstrair, favorecendo a estruturação do pensamento e o desenvolvimento do raciocínio lógico*”. (BRASIL, 1997, p.29). Em relação à geometria as orientações dos PCN sugerem que esta é um ramo importante da matemática pelo fato de já no ensino fundamental possibilitar ao aluno o desenvolvimento de um “*tipo especial de pensamento que lhe permite compreender, descrever e representar, de forma organizada, o mundo em que vive*”. (BRASIL, 1997, p. 55).

É consensual que a geometria possibilita um espaço profícuo para experimentação, comparação, realização de conjecturas e testes de hipóteses, contribuindo assim para o desenvolvimento do raciocínio lógico. É também verdade que esse campo de conhecimento propicia o desenvolvimento de habilidades de organização e sistematização, o que por sua vez, possibilita o entendimento da natureza do pensamento matemático. Mas as experiências passadas mostram que não é a repetição mecânica e nem a estruturação rigorosa da matemática pura já no início do estudo de geometria que garantirão o desenvolvimento de tais habilidades.

De fato, o conhecimento não pode nascer organizado *a priori*, pensar isso seria negar a própria história da construção do conhecimento matemático. A história da matemática revela que o conhecimento nasce por pensamentos intuitivos; muitos erros e acertos são necessários em um conjunto de esforços e, muitas vezes, demoram-se anos para se chegar a uma conclusão. Só então são dedicados esforços no sentido de organizar logicamente o conhecimento produzido. Para Veloso (1999), o ensino de geometria acumula, ao longo dos anos, uma “tradição negativa” a qual chamou de “*definomania*”. É o velho problema das definições a priori, seguidas de exaustivas listas de exercícios de repetição mecânica.

Pode-se dizer que o lema da generalidade dos manuais escolares e da generalidade dos professores é o seguinte: “quem diz geometria, diz definições”. [...] Em vez de esperar paciente que os alunos comecem a exprimir, porque isso se torna necessário no trabalho cooperativo, a concepção que já possuem de determinado objecto ou relação geométrica, os professores e os manuais avançam com definições muitas vezes incompletas pressupondo mais do que explicitam. (VELOSO, 1999, p. 19).

Essa postura, infelizmente ainda presente na prática docente atual, vai “na contramão” das tendências para o ensino de geometria, que deveriam valorizar a experimentação, possibilitar a interação com os objetos geométricos e os conhecimentos prévios dos aprendizes na tentativa de resolver problemas de cunho geométrico e gradativamente levá-los a compreender a natureza do pensamento matemático como se propõe.

De fato, o que se espera hoje é que os conhecimentos, os conceitos, sejam formados a partir da experiência da relação dos alunos com a geometria, que suas primeiras intuições no manuseio dos elementos geométricos sejam valorizadas e tomadas como ponto de partida para o desenvolvimento de seus conhecimentos em geometria. Espera-se, ainda, que tais conceitos sejam discutidos e validados nos grupos de alunos e só então passem a ser criticados, organizados e comparados com os conhecimentos consolidados pelas sociedades científicas de matemática. Essa tendência traz consigo o intuito de favorecer ao aluno viver e dar sentido às suas próprias produções matemáticas e não simplesmente recebê-las passivamente como um conjunto de conhecimentos pronto, acabado, imutável e inquestionável.

Desta forma, quando o que se pretende é que os alunos fiquem a compreender o carácter das definições em matemática – que as definições são convenções, não caem do céu nem são imutáveis, mas ao mesmo tempo são essenciais na construção da matemática –, a mensagem transmitida pela prática actual é que, quando nos pedem uma definição de um objecto matemático, o que temos a fazer é “falar sobre ele”, “dizer tudo o que nos vier à cabeça...”(VELOSO, 1999, p. 19)

Andrade e Nacarato (2004) apresentam um estudo no qual identificam quais são as tendências para o ensino atual de geometria. Essa pesquisa, realizada com base nos trabalhos publicados nos últimos Encontros Nacionais de Educação Matemática (ENEM), aponta como tendências emergentes para o ensino de geometria a Geometria Experimental e a Geometria em Ambientes Computacionais.

As duas categorias acima apontadas trazem consigo uma concepção comum, a de que o ensino de geometria deve se alinhar com os objetivos principais da Educação Básica. De fato, o que se discute hoje é que a Educação Básica não deve ser pensada meramente como um período de preparação para os estudos posteriores. Ela precisa, além disso, desenvolver no educando o espírito crítico e investigativo, preparando-o para o exercício da cidadania além de capacitá-lo para o domínio de um conjunto de habilidades, competências e condições sócio-culturais que lhe permitam escolher e desenvolver posteriormente uma formação técnica ou acadêmica.

O objetivo da presente pesquisa é investigar o Ensino de Geometria em Ambientes Informatizados. Como consequência desse objetivo, reservamos um capítulo para a discussão sobre o Ensino de Geometria face ao desenvolvimento das novas tecnologias e a questão da formação do professor para ensinar nesse novo cenário. Esse será o assunto do próximo capítulo.

3 OS CURSOS DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES, AS NOVAS TECNOLOGIAS E O ENSINO DE GEOMETRIA: OUTRAS POSSIBILIDADES, NOVOS DESAFIOS

Formar professores para ensinar geometria tem sido um desafio enfrentado pelos cursos de licenciatura em matemática de todo país. Muitos dos esforços despendidos nesse sentido, embora baseados em idéias modernas e bem justificadas do ponto de vista das proposições, não surtiram ainda o efeito desejado. (PAVANELLO; ANDRADE, 2002; SILVA, 2007; PINTO, 2007; ALMOULOUUD et al., 2004)

O objetivo desse trabalho é discutir uma proposta de formação de professores para o uso dos novos recursos tecnológicos no ensino de geometria em ambientes informatizados, utilizando como ferramenta softwares de geometria dinâmica como o Cabri-Géomètre II³. Esse objetivo pressupõe questões, dentre tais: (i) como preparar os futuros professores de matemática para ensinar geometria em uma escola que cada vez mais vem pretendendo se tornar informatizada? E (ii) como a perspectiva do trabalho coletivo pode contribuir para que o uso de novas tecnologias possa integrar efetivamente as práticas pedagógicas dos futuros professores?

De fato, as políticas públicas e as diretrizes nacionais para a Educação Básica vêm apontando a necessidade de se munir as escolas com equipamentos de informática e preparar os alunos para viverem em um mundo que, rapidamente, vem se tornando cada vez mais dependente de tais tecnologias. Mas e os programas de formação dos professores? Será que têm se preocupado em prepará-los para essa realidade?

O nosso propósito aqui é apresentar uma proposta de formação que leve em conta a necessidade de preparar os futuros professores para acompanhar o ritmo de desenvolvimento dos recursos tecnológicos que, cada vez mais, vêm sendo disponibilizados para os professores nas escolas. Entendemos que, além do fato de esses recursos tenderem a se tornar uma realidade nas escolas, existe também, uma “cobrança” que impõe aos futuros professores o domínio de tais tecnologias. Quando dizemos cobrança estamos pensando não apenas nos programas educacionais que colocam como necessidade premente o uso de tais tecnologias, mas também outra cobrança demandada pelos próprios educandos. Nesse sentido, os professores acabam ficando “vítimas” de tais tecnologias, na medida em que os alunos,

³ O Cabri-Géomètre II foi o software dinâmico utilizado em nossas experiências e por isso será referenciado aqui, mas existem vários outros com as mesmas características que estão disponíveis no mercado atualmente.

crianças e jovens nascidos na era da revolução tecnológica, acabam tendo contato com essas mídias, mesmo que em ambientes não escolares; muitas vezes, aprendendo em um ritmo que foge ao controle dos professores, e, mais do que isso, aprendendo de forma interativa e agradável a eles, o que pode tornar as atividades escolares algo enfadonho e ultrapassado.

Diante desses fatos, torna-se necessário que se pense em que perspectivas se deseja colocar as tecnologias no interior das escolas, já que esse constitui o desafio atual. Frota e Borges (2004) apontam três concepções sobre o uso de tecnologia na Educação Matemática presentes na literatura de pesquisa e nos documentos e propostas curriculares de diversos países: Consumir tecnologia, incorporar tecnologia e a terceira, sugerida pelos próprios autores, matematizar a tecnologia.

A categoria ‘consumir tecnologia’ *“está relacionada aos argumentos que essencialmente sustentam serem as novas tecnologias e as TIC’s recursos poderosos para ensinar e aprender matemática”* (p. 2). Essa categoria, que os autores apontam como sendo a mais difundida entre os professores é talvez responsável pelo grande impasse que vivem atualmente os professores, sobretudo os da Educação Básica, com relação ao uso da tecnologia na escola. De fato, incutir nos professores a idéia de que as novas tecnologias provocarão uma revolução no processo ensino aprendizagem tem sido uma constante nos discursos de marketing e nos textos oficiais que norteiam os processos educacionais, como nos PCN’s, por exemplo. Entretanto, se por um lado os professores “compram” esse discurso, por outro eles não possuem a formação necessária para incorporar tais tecnologias em sua prática pedagógica, causando uma situação de heteronomia no uso de tais recursos. É exatamente essa a noção de “consumir tecnologia” que usaremos em nosso texto.

A categoria ‘incorporar tecnologia’ está relacionada ao fato de que as formas de fazer matemática se modificam, surgem novas formas de pensar e resolver problemas na medida em que a tecnologia vai sendo incorporada devido ao acúmulo de experiências em seu uso. Evidentemente que ao se relacionar com as novas tecnologias, fazendo uso delas como ferramentas pedagógicas, a relação dos professores com tais recursos e mesmo com a escola e o conteúdo que ensinam, altera. Entretanto, a passagem de um nível para outro não é trivial nem imediata, o que vai demandar dos processos de formação de professores atenção a essas questões, quer em suas atividades, quer em sua estrutura curricular, quer nos programas de pesquisa e extensão. Há a necessidade, pois, de se implementar propostas de formação que estejam alinhadas às questões e problemas de ensino demandadas pela promulgada sociedade

da informação e do conhecimento, ou porque não dizer, pela sociedade da tecnologia que se transforma em um ritmo nunca antes experimentado pela humanidade.

A terceira categoria ou a categoria ‘matematizar a tecnologia’ coloca a tecnologia em uma perspectiva diferenciada, *“nessa concepção a tecnologia pode ser incorporada à educação matemática, não como recurso ou ferramenta material ou simbólica, mas como um objeto curricular de matemática valioso em si e por si mesmo”* (p.3). Chegar a esse nível de relação com a tecnologia exige que se consolidem discussões e processos de formação substanciais nos níveis anteriores, uma vez que a autonomia necessária para se avançar de um nível para outro deve ser pensada de maneira processual. Afirme-se, ainda, que tais processos deverão ser alavancados pelo próprio acúmulo de experiências incorporadas na medida em que a relação dos professores com o ensino e as novas tecnologias vá demandando novas formas de interação e principalmente novos processos de formação e de auto-formação.

Em nossa pesquisa, como discutiremos posteriormente, a relação dos professores e outros sujeitos na nossa investigação com a tecnologia pode, no máximo, ser classificada como de consumidores de tecnologia. Portanto, focaremos nossa investigação em um processo de formação que potencialize a transformação dos professores de consumidores de tecnologia para produtores de situações didáticas que envolvem o uso de tecnologia⁴. Em outras palavras, pretendemos investigar como dar conta de, em um processo de formação de professores, avançar da categoria “consumir tecnologia” para a categoria “incorporar tecnologia” e a partir do momento que haja incorporação, aconteça também a produção de estratégias próprias de trabalho no ambiente tecnologicamente transformado.

Direcionaremos, pois, nossa discussão considerando três aspectos: (i) o primeiro se relaciona com uma questão que se tornou forte nas discussões acerca do processo ensino/aprendizagem de geometria, qual seja, a afirmação de que as novas tecnologias como os softwares de geometria dinâmica são ferramentas poderosas de ensino e podem contribuir para melhorar o desempenho dos alunos em geometria, alterando o ritmo de aprendizagem e mudando a forma como se aprende; (ii) um segundo aspecto é a forma como essas tecnologias têm sido incorporadas pela escola. Como elas alteram a vida dos professores e as suas

⁴ A perspectiva de um professor “produtor de situações didáticas envolvendo tecnologias” que apresentamos não pretende encarar o professor como um técnico em informática ou um programador que vá se dedicar à construção de novos softwares. Pensamos o professor como um sujeito que ao se apropriar ou “incorporar” a tecnologia ele cria ou adapta suas próprias ferramentas de ensino. Um exemplo disso é uma ferramenta disponível na internet denominada Cabriweb que permite converter uma construção do Cabri-Géomètre para a linguagem Java. Com isso o professor, conhecedor dessa tecnologia, pode construir os seus próprios applets adaptados às necessidades de sua turma ou alinhados com o conceito que pretende formar. Discutiremos mais profundamente essa idéia no capítulo metodológico.

concepções sobre o ensino de geometria e que tipo de resistências softwares como os de geometria dinâmica têm encontrado para se tornar efetivamente parte da vida do professor, sendo uma ferramenta de trabalho com a qual ele pode contar e fazer uso efetivo. (iii) o terceiro aspecto é sobre a formação dos professores. Se a tecnologia tende a ser absorvida pela escola, e provavelmente será, e se ela tem um caráter de evoluir, de se transformar rapidamente, cabem, então, questões tais: (i) como preparar os futuros professores para lidar com essa realidade? (ii) Que características devem ter os futuros professores, que tipo de habilidades devem possuir para que seus conhecimentos não se tornem obsoletos frente ao acelerado ritmo de transformação tecnológica? (iii) O que muda na relação ensino/aprendizagem, na relação professor/aluno na sociedade informatizada? (iv) E os cursos de licenciatura, como devem se preparar para tais mudanças?

3.1 Programas de Geometria Dinâmica e perspectivas de ensino

Os programas de geometria dinâmica surgiram há, aproximadamente, quinze, vinte anos. Desde então, os softwares, nessa linha, têm se tornado cada vez mais sofisticados, mais interativos e visualmente mais atrativos. As potencialidades desses softwares como ferramentas de ensino aprendizagem são alvo de inúmeras pesquisas acadêmicas e aparecem publicadas em vários artigos científicos como em Cabariti e Janh (2006), Costa e Fiorentini (2005), Loureiro (1999), Veloso (1999), Gravina e Santarosa (1998), Gravina (1996). A idéia que está subjacente ao uso de softwares de geometria é a possibilidade de formação de conceitos geométricos a partir da exploração de figuras dinâmicas.

Salientamos, entretanto, que sua viabilidade relaciona-se fortemente à escolha de integração de ambiente de geometria dinâmica. De fato, as características de um sistema como o Cabri-Géomètre tornam a proposta pedagogicamente favorável, fornecendo poderosas ferramentas para rever e explorar construções, visualizando inúmeros resultados da Geometria. As possibilidades de produção de contra-exemplos deve ser destacada. (CABARITI; JAHN, 2006, p. 10)

Na realidade, o ensino de geometria sempre encontrou dificuldades em promover a capacidade de abstração, embora seja esse um de seus objetivos primordiais, principalmente na Educação Básica. O desenho, que tem um papel central na geometria, pode acabar se tornando um vilão, uma vez que representações de casos particulares podem levar a conclusões equivocadas. Quando um professor desenha no quadro a figura de um triângulo,

por exemplo, e representa sua altura, via de regra, esse triângulo é acutângulo, e, conseqüentemente, a altura é um segmento que tem uma extremidade na base do triângulo e outra no vértice oposto a essa base. Gravina (1996) denomina essas figuras de figuras prototípicas e considera que o fato de serem figuras estáticas contribui para que um conceito errado de altura seja formado.

Para o aluno, nem sempre é de todo claro que o desenho é apenas uma instância física de representação do objeto. Se por um lado o desenho é um suporte concreto de expressão e entendimento do objeto geométrico (...) por outro lado, pode ser um obstáculo a este entendimento. Isso porque guarda características particulares que não pertencem ao conjunto das condições geométricas que definem o objeto. (GRAVINA, 1996, p. 3)

Com a geometria dinâmica o desenho passa a ter um papel ainda mais destacado no ensino de geometria, mas não é só isso, o seu papel é transformado. Ao invés de ser utilizado simplesmente para ilustrar um fato, o desenho passa a ser um gerador de informações, o mecanismo a partir do qual os alunos se aproximam do seu objeto de estudo e interagem com o objeto geométrico.

Essa é uma idéia central na geometria dinâmica. Se a mesma altura é desenhada em uma figura dinâmica, em um espaço muito curto de tempo o aluno poderá manusear os vértices do triângulo, perceber que a altura nem sempre é interior ao mesmo, e descobrir outras coisas como, por exemplo, o fato de que nem sempre uma das extremidades do segmento altura está na base do triângulo. Dessa forma, é a possibilidade de interagir com o objeto geométrico, de visualizar um conjunto de possibilidades em um espaço de tempo curto, de explorar as figuras, dando a elas movimento uma das características marcantes da geometria dinâmica e que faz muitos pesquisadores acreditarem na força de softwares como o Cabri-Geomètre II⁵, como um poderoso instrumento de ensino de geometria.

[...] a principal idéia que está subjacente a estes programas é a de que os alunos podem fazer a sua própria Matemática e que os microcomputadores os podem ajudar nessa tarefa e podem mudar a forma como a Matemática é ensinada e aprendida em todos os níveis". (SCHWARTS citado por LOUREIRO, 1999, p. 43).

Vemos emergir uma nova forma de ensinar e aprender Geometria; a partir de exploração experimental viável somente em ambientes informatizados, os alunos

⁵ O programa Cabri-Géomètre II é um sistema gráfico programado, basicamente, para realizar construções geométricas. De maneira simplificada, podemos considerá-lo como um ambiente em que se dispõe de uma folha de papel, uma régua e um compasso, daí o nome Cabri, que deriva das palavras, em Francês, *caderno de rascunho interativo* (Cahier de brouillon interactif).

conjecturam e, com o feedback constante oferecido pela máquina, refinam ou corrigem suas conjecturas, chegando a resultados que resistem ao “desenho em movimento”, passando então para a fase abstrata de argumentação e demonstração matemática. (GRAVINA, 1996, p. 2).

À primeira vista, uma característica simples, dar movimento às figuras geométricas, mantendo suas propriedades, parece ser a principal potencialidade dos programas de geometria dinâmica. Esse fato “enche os olhos” de quem lida com softwares dessa natureza pela primeira vez. Mas quase sempre o entusiasmo é seguido de uma questão prática. Como fazer dessa tecnologia uma ferramenta efetiva de ensino? O fato é que à medida que se vai utilizando tais softwares e se vai investigando sobre os reflexos do seu uso no processo ensino/aprendizagem de geometria uma série de outras questões vão surgindo; caso pensemos que a relação com qualquer recurso tecnológico ou material didático deve ocorrer em uma perspectiva crítica e investigativa por parte de quem os utiliza. Hoje, vive-se outro momento na discussão sobre o uso de softwares de geometria dinâmica. Não se trata mais das crenças advindas do entusiasmo que se seguiu ao lançamento de tais softwares, mas se trata de encontrar/criar formas de desencadear processos de investigação sistemática na tentativa de alcançar os objetivos promulgados.

Para alguns pesquisadores, como Loureiro (1999), Veloso (1999), Gravina e Santarosa (1998), Gravina (1996) a geometria dinâmica abre novos caminhos para o ensino de geometria. Entretanto, a questão central, subjacente a essa discussão, não está mais no fato que essas tecnologias dão conta de promover uma suposta revolução no ensino de geometria. O que é preciso discutir é como a própria geometria e os seus paradigmas didáticos devem se modernizar para aproveitar, efetivamente, o potencial didático pedagógico das novas ferramentas de ensino, das novas mídias e tecnologias como os softwares de geometria dinâmica.

De fato, como aponta Loureiro (1999) ainda há muito que se refletir sobre a utilização didática dos programas de geometria dinâmica. *“É que se nessa altura os programas de geometria dinâmica davam os primeiros passos, hoje atingiram sua maturidade, mas o conhecimento e a reflexão sobre a sua utilização didática ainda estão a começar a andar”* (p. 43). Não se pode conceber a utilização de softwares modernos para reforçar concepções antigas de ensino, como por exemplo, a repetição mecânica e a memorização de procedimentos. Assim, ao invés de criar estratégias de enfrentamento e resolução de problemas, muitas vezes os softwares de ensino são utilizados para reforçar velhas práticas, só que agora com o auxílio de novas ferramentas. (MIRANDA; FROTA, 2007).

Retomando a questão do papel da figura no processo ensino/aprendizagem de geometria podemos refletir melhor sobre essa relação ensino de geometria e geometria dinâmica como uma via de mão dupla. Ou seja, a geometria dinâmica potencializando uma revolução no ensino de geometria e o ensino de geometria se modernizando para usufruir dos benefícios trazidos pela geometria dinâmica.

Para Gravina (1996), um dos problemas com as figuras estáticas é o grande potencial que essas figuras podem ter para ajudar (às vezes) a construir ou formar conceitos errados, como é o caso da altura do triângulo apresentada anteriormente (cf. página 28). De fato, isso tem a ver com o papel representado pela figura no ensino tradicional de geometria. A figura tem uma utilização muito mais relacionada com a ilustração do que com a exploração, o que pouco contribui para o desenvolvimento do raciocínio visual além de gerar problemas como os apresentados acima. Na geometria dinâmica, a figura deixa de ter um papel meramente ilustrativo. Ela passa a ser objeto de exploração e de investigação, gerando situações que levam o aluno a construir determinados conceitos geométricos ao invés de ser simplesmente apresentado a tais conceitos.

Com a geometria dinâmica o foco está nas experiências que o aluno pode fazer sobre figuras, rigorosas, e nas conjecturas que pode fazer sobre os efeitos provocados por alterações sobre as figuras. Com a geometria dinâmica a visualização e o raciocínio visual ganham novos contornos. (LOUREIRO, 1999, p. 44)

Nesse sentido é que apontamos que a geometria dinâmica não apenas provoca uma revolução na geometria, e no ensino de geometria, mas exige que a geometria se revitalize e incorpore novas idéias e novas concepções. O foco da discussão, à luz da figura dinâmica, passa a ser na construção do conceito e não na sua simples apreensão. A função da figura e a relação do aluno com ela é de experimentação e não somente de ilustração. Entretanto, essa mudança de foco não é algo trivial, como veremos a seguir.

Existe uma forte tendência de os professores usarem a figura dinâmica para ilustrar fatos expressos em um texto, seguindo uma tradição consolidada em seu fazer pedagógico. Para que a figura dinâmica alcance tais objetivos é necessário planejar tais figuras, pensando exatamente no seu potencial exploratório, ou seja, não basta recriar no computador as velhas figuras estáticas; as novas figuras ou as novas tarefas precisam prever minimamente os fatos que se pretende estudar e criar possibilidades frutíferas de exploração. *“É necessário revitalizar o ensino da geometria e são muitos os contributos recentes para a sua*

revitalização. Revitalização esta que se torna mais acessível com a utilização dos computadores”. (LOUREIRO, 1999, p. 49)

Concordamos com os entusiasmados que vêem nos softwares de geometria dinâmica grandes potencialidades, mas valorizamos as preocupações dos cautelosos que apontam a necessidade de se investigar e construir metodologias específicas para a atividade docente nesse novo ambiente de ensino de geometria. Se por um lado, estamos conscientes de que os métodos utilizados atualmente e os modelos de ensino de geometria são falhos na tentativa de se desenvolver um raciocínio lógico e construir conceitos sólidos como apontam Gravina e Santarosa (1998), por outro devemos estar conscientes de que os novos recursos tecnológicos exigem novos paradigmas, novas perspectivas e lançam novos desafios, demandando esforços no sentido de se alinhar as novas ferramentas às técnicas adequadas à sua utilização didática. Assim, a revolução anunciada para o ensino de geometria em face do surgimento dos softwares de geometria dinâmica não está isenta de um rigoroso e trabalhoso processo de investigação.

Historicamente os sistemas de representação do conhecimento matemático têm caráter estático. Vê-se isto, observando os livros ou assistindo a uma aula ‘clássica’. Este caráter estático muitas vezes dificulta a construção do significado, e o significante passa a ser um conjunto de símbolos e palavras ou desenho a ser memorizado. Assim sendo, não deve ser surpreendente quando os alunos não conseguem transferir um conceito ou teorema para situação que não coincide com a prototípica registrada a partir da apresentação do livro ou do professor. (GRAVINA, SANTAROSA, p.126)

Os desafios são muitos e de naturezas diversas. Mudar uma cultura não é uma tarefa simples e demanda trabalho, investimentos de várias ordens, altera as relações humanas, e os tempos de trabalho, muda os papéis dos atores, gera medos e incertezas. Entretanto, não pensar nessa perspectiva significa assumir uma postura heterônoma frente ao desenvolvimento tecnológico, e se pensarmos que essas tecnologias fatalmente irão adentrar os portões da escola, as salas de aula, as bibliotecas... significa também que o despreparo para lidar com tais recursos levará, como já foi dito, a uma utilização de modernos recursos para reproduzir velhos procedimentos, o que pode gerar um prejuízo ainda maior para o processo ensino aprendizagem de geometria.

A interatividade característica dos sistemas dinâmicos provoca ações e reações inesperadas nos alunos, nos professores e no próprio sistema. Esse conjunto de novas características pode gerar uma série de conflitos que, se encarados de maneira positiva, tem tudo para gerar discussões ricas favorecidas pela possibilidade de materialização das ações

estabelecendo-se assim uma estreita relação entre o abstrato e o concreto. Isso pode gerar medo, pois a relação de autoridade do professor, que é o detentor do saber, o centro das atenções na sala de aula, fica abalada. Os ritmos de aprendizagem fogem ao controle e as questões suscitadas podem, inclusive, fugir ao controle dos próprios professores que, muitas vezes, precisam intensificar o seu ritmo de estudo em busca de respostas a questões novas para eles próprios. Não é mais o professor que dita o ritmo do aprendizado, não é o professor que apresenta as questões. As questões nascem da própria relação do aluno com os objetos, as figuras dinâmicas, e isso pode levar a uma situação de preocupação e receio. Mas como bem diz Galván:

Temos que animar-nos. Animar-nos a adaptar nossos conhecimentos, nossas metodologias e nossos recursos didáticos aos novos tempos. Não podemos permanecer estáticos, ancorados em nossas velhas tradições, enquanto o mundo se move. O movimento, no sentido adequado, traz como consequência o avanço. Na GEOMETRIA⁶, vemos que, imprimir movimento às figuras produz o descobrimento de novas propriedades, e também na ANÁLISE⁷, que é em si, pura variação. (GALVÁN, 2005)⁸

Certamente, tais mudanças não são necessariamente individuais, mais ainda, elas não surtirão nenhum efeito se forem apenas individuais. Mudanças substanciais precisam acontecer no ambiente escolar, de modo coletivo, para que novas tecnologias como os softwares de geometria dinâmica tenham um alcance efetivo e transformem as práticas pedagógicas dos professores. A escola precisa se alinhar ao desenvolvimento tecnológico, absorver as tecnologias e demandar para a tecnologia suas necessidades. Passaremos então a esse aspecto de nossa discussão, ou seja, a relação entre tecnologia e os espaços escolares.

3.2 Novas tecnologias na escola

Certamente, uma questão premente sobre o uso didático da tecnologia é a forma como essas tecnologias alteram o ambiente escolar, as relações entre os diversos sujeitos da comunidade escolar e, sobretudo a relação professor aluno no processo ensino aprendizagem.

⁶ Em caixa baixa no original.

⁷ Idem.

⁸ Tenemos que animarnos. Animarnos a adaptar nuestros contenidos, nuestras metodologías e nuestros recursos didáticos a los nuevos tiempos. No podemos permanecer estáticos, anclados en nuestras viejas tradiciones, mientras el mundo se mueve. El movimiento, en el sentido adecuado, trae como consecuencia el avance. Lo vemos en la geometría, imprimir movimiento a las figuras produce el descubrimiento de nuevas propiedades, y en el análisis, que es, en sí, pura variación. (Tradução nossa).

Pensar a inserção da tecnologia na escola exige que se pense para além da tecnologia, é preciso pensar também a escola, como ela se prepara para “incorporar” as novas tecnologias disponíveis, para acompanhar o ritmo da evolução tecnológica, para produzir ou demandar das instituições especializadas a produção de tecnologias adequadas ao desenvolvimento dos processos educativos. (VELOSO et al., 1999; PONTE, 2000; ANDRADE; NACARATO, 2004; RIBEIRO; CABRITA, 2002).

A idéia de “incorporar a tecnologia” está aqui colocada na perspectiva apresentada por Frota e Borges (2004). Ou seja, pensamos a questão da tecnologia não como algo a serviço da automação mecânica e acrítica de procedimentos, mas como uma ferramenta, que à medida que vai sendo socializada e pesquisada na escola, transforma a relação dos professores com tais recursos. Entendemos que essa perspectiva contribui para que eles não sejam meros consumidores de tecnologia, mas colabora para que eles passem a ser utilizadores autônomos e críticos dessas tecnologias. Essa autonomia, logicamente, não é algo que se adquire de imediato, mas que vai se desenvolvendo na medida em que o uso da tecnologia deixa de ser esporádico ou ilustrativo, mas passa a incorporar de maneira efetiva o cotidiano do professor em seu fazer pedagógico.

De fato, podemos pensar a escola hoje como uma grande consumidora de tecnologia, uma vez que se é possível identificar no discurso escolar a idéia de que a tecnologia é essencial ao seu desenvolvimento. Isso fica evidente se pensarmos, por exemplo, que nos últimos anos, tem se investido, razoavelmente, em equipamentos tecnológicos nas escolas públicas brasileiras. Grande parte das escolas já conta hoje, mesmo que em pequena quantidade, com computadores e acesso a internet. A Secretaria de Educação a Distância (Seed/MEC) tem promovido, periodicamente, programas e cursos de capacitação de professores para a utilização de recursos computacionais, como é o caso do Programa Nacional de Informática na Educação (PROINFO) e de outros programas. Entretanto, a escola não se pôs ainda a investigar a tecnologia principalmente na perspectiva da sua utilização didática. (BORBA; PENTEADO, 2001)

Experimentar novas metodologias de ensino que aproveitem as potencialidades dos novos recursos tecnológicos não é ainda uma realidade na escola, embora recursos como os softwares de ensino e ambientes de aprendizado e pesquisa na rede de computadores já estejam bastante desenvolvidos (LOUREIRO, 1999; PONTE, 2002).

Assim, o que se observa é que os discursos acerca da incorporação da tecnologia pela e na escola advêm muito mais dos propositores de políticas públicas e/ou de empresas

produtoras de tais tecnologias, que propriamente do interior das escolas; nesse sentido, pode-se dizer que a escola recebe uma demanda social e, pelo menos por enquanto, não tem clareza de como incorporar em seu cotidiano tais tecnologias; ou seja, o conhecimento não foi ainda devidamente apropriado pelos professores de modo que eles possam incorporá-lo em seu cotidiano de sala de aula. (FROTA; BORGES, 2004; PONTE, 2002).

Nesse sentido, entendemos que a escola precisa discutir a tecnologia, mas mais do que nunca precisa discutir-se a si mesma, principalmente discutir a relação tecnologia e escola. Certamente a absorção de uma nova tecnologia pela escola é inevitável. Isso acontece porque a escola não é uma instituição isolada, ela está inserida em um tempo e um contexto histórico e em meio a outras instituições (empresariais, religiosas, familiares, governamentais, etc.). Não é difícil nem ingênuo imaginar que em questão de tempo a tecnologia, “fatalmente”, irá adentrar os portões da escola de modo tão intenso como já é realidade em outros setores da sociedade. A escola precisa então pensar qual é o seu papel na sociedade moderna, como afirma Ponte (2000), *“Não se pode discutir, no entanto, o problema da inserção das TIC na escola sem questionar de modo mais profundo o que é hoje a escola e o modelo de educação que lhe está subjacente, e que resulta da sociedade industrial”*.

É evidente que a escola vai ter que lidar com novas questões, pois as ferramentas de investigação e de ensino são fortemente alteradas com o advento das novas tecnologias. São muitas as variáveis e as possibilidades de desdobramento dessa discussão. Existem os que defendem, por exemplo, que as pesquisas na rede de computadores facilitam o plágio, que os alunos podem recortar e colar textos ou fragmentos de textos sem, necessariamente, compreenderem ou mesmo terem lido o que copiaram. De fato, essas possibilidades existem, mas elas não são novas e nem isso é motivo para resistir ao uso da tecnologia. Não há garantias de que as pesquisas nas antigas enciclopédias sejam diferentes, mesmo que não exista a facilidade do “ctrl+c ctrl+v”. Não é o tipo de tecnologia que vai implicar uma postura acrítica ou antiética em processos investigativos. O fato é que é uma ferramenta diferente, que precisa ser conhecida e explorada por professores e alunos para que o seu uso seja otimizado e convertido em benefícios para a educação.

Forçosamente, a inserção das TIC na escola exige investimentos de diversas ordens; primeiramente, é preciso investir na aquisição e manutenção dessas tecnologias para que elas estejam disponíveis e em condições de uso pelos membros da comunidade escolar, mas é preciso também promover investigações sobre o uso didático de tais tecnologias, na capacitação dos professores e outros utilizadores dessas tecnologias na escola. É preciso ainda

repensar o papel da escola; como já foi dito anteriormente, faz-se necessário, mediar as relações dos professores e alunos com as tecnologias para que os tropeços e dificuldades encontrados nesse uso não sejam motivo de desestímulo, uma vez que tais desacertos podem ser vistos como um sinal de que as tecnologias oferecem mais problemas que soluções.

Se a inserção tecnológica na escola é fato anunciado, há que se pensar então: qual o papel dos cursos de formação de professores nesse outro tempo que a escola, professores e alunos passam a vivenciar. Esse será o foco da discussão que se apresentará a seguir.

3.3 Formação de professores aptos para ensinar Geometria na escola informatizada

O processo de formação de professores aptos para ensinar Geometria é um desafio para as licenciaturas brasileiras, conforme já foi anunciado acima. Por diversos motivos, como o abandono das discussões de conteúdo de natureza geométrica, impulsionado, sobretudo pelo Movimento da Matemática Moderna, o rendimento escolar de nossos alunos em Geometria está aquém do desejado e os conhecimentos dos professores em relação a esse campo de conhecimento também é ruim, conforme afirmam Pavanello e Andrade (2002).

Um dos aspectos mais preocupantes ressaltados nesse estudo é a baixa pontuação obtida pelos alunos em questões tendo por tema a geometria, o que demonstra não serem essas questões abordadas em sala de aula, ou, na melhor das hipóteses, serem elas trabalhadas de modo bastante precário. (...) Apesar de muitos professores entrevistados considerarem importante um trabalho com esse ramo da matemática nos níveis fundamental e médio, afirmam não terem condições de realizá-lo por terem aprendido muito pouco de geometria enquanto alunos, mesmo durante a licenciatura. (p. 80)

Entretanto, uma nova questão, igualmente complexa soma-se à discussão sobre o processo de formação de professores preparados para ensinar Geometria na Educação Básica. Com o desenvolvimento das tecnologias de informação e comunicação e o surgimento dos softwares de ensino, principalmente os softwares de geometria dinâmica, criou-se uma nova demanda, que pode ser verbalizada, a partir das questões: como formar professores para ensinar geometria na escola informatizada? Alinhada a essa questão, pode-se perguntar ainda, que geometria deve ser ensinada na escola atual? Que aspectos do conhecimento geométrico precisam ser enfatizados?

É um fato reconhecido e promulgado nos textos oficiais de políticas públicas e em diversas pesquisas acadêmicas que as TIC se constituem como um poderoso instrumento de

auxílio às práticas pedagógicas. Ponte (2002) afirma que *“as Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) constituem uma linguagem e um instrumento de trabalho essencial do mundo de hoje, razão pela qual desempenham um papel cada vez mais importante na educação”*.

Entretanto, o uso didático das TIC requer mais que a sua disponibilização nas escolas. Uma questão essencial sobre o uso das tecnologias como um recurso didático no processo ensino aprendizagem de matemática é a formação de professores preparados para lidarem com essas tecnologias. No caso da geometria, particularmente, existe uma forte tendência, apontada nas pesquisas acadêmicas, de se valorizar cada vez mais o uso de ambientes informatizados, softwares de geometria dinâmica como recursos auxiliares ao ensino dessa disciplina. (ANDRADE; NACARATO, 2004).

Sabemos que as tecnologias evoluíram muito rapidamente e que vários professores em exercício hoje, não tiveram oportunidade de conhecer esses recursos em seu processo de formação inicial. Isso demanda uma série de iniciativas no sentido de possibilitar a esses professores a participação em programas de formação nos quais possam se familiarizar com tais ferramentas, levando-os a fazerem uso desses recursos em seu fazer pedagógico. Nesse sentido, já existem várias iniciativas, propostas quer por instituições governamentais, quer por programas de formação continuada de instituições de ensino superior. (cf. BORBA; PENTEADO, 2001; BONILLA, 2002). É verdade que essas iniciativas ainda são incipientes, e, exatamente por isso, precisam ser aprimoradas. Mas é importante que tais iniciativas tenham cada vez mais espaço, a fim de que possam efetivar e oportunizar aos professores outros processos de formação.

Entretanto, embora não se negue a existência de ações, destinadas principalmente a professores em exercício, paradoxalmente, observa-se nos processos de formação inicial de professores um aspecto preocupante. Os cursos de formação inicial não vêm dando importância, em seus processos de formação, à preparação de professores para o uso das novas tecnologias no cotidiano de sala de aula. As TIC como recursos metodológicos ainda não foram devidamente valorizadas e aplicadas como deveriam/ poderiam ser.

Uma análise do quadro atual, relacionado ao uso das TIC na escola, aponta que mesmo nos tempos atuais, quando recursos tecnológicos de diversas ordens, sobretudo os de informática, são parte integrante em vários setores da atividade humana, esses recursos ainda não são incorporados, na mesma proporção, nos processos de formação inicial dos professores. Essa constatação alerta para uma necessidade premente de se criar, nos cursos de

licenciatura, atividades formativas que envolvam efetivamente os futuros professores em processos de investigação sobre o uso didático das novas tecnologias.

Existe quase unanimidade entre os professores ao afirmarem a falta de formação para o trabalho com as TICs, sendo esse um dos fatores mais salientados durante a realização da investigação. Apesar das várias iniciativas de formação continuada que estão sendo desenvolvidas pelas instâncias governamentais e pelas próprias escolas, ainda não conseguem abranger um número significativo de professores. Agravando o quadro, vários cursos de formação inicial de professores não possuem em seus currículos a inserção das tecnologias. (BONILLA, 2002, p. 5)

A utilização didática das TIC não se constituirá em uma realidade nas escolas nos níveis de formação básica, se não forem experimentadas, investigadas efetivamente, nos cursos de formação de professores. Tal processo de formação deve propiciar a relação dos futuros professores com as novas tecnologias em um processo contínuo e dinâmico, onde eles possam fazer uso dessas ferramentas no seu aprendizado e tenham também a oportunidade de participar de processos de discussão sobre o uso didático dessas tecnologias. É necessário que os professores em formação estejam envolvidos em discussões e participem de processos de aprimoramento de metodologias específicas para o uso das tecnologias em seu fazer pedagógico.

Dessa forma, as tecnologias não podem ficar relegadas, nos cursos, a um segundo plano, ou serem estudadas como disciplinas estanques. Elas devem permear todo o processo de formação, quer seja no sentido de potencializar o desenvolvimento de habilidades de planejamento, avaliação e desenvolvimento de estratégias próprias de trabalho com tais recursos, quer seja no sentido de ressignificar os conhecimentos do futuro professor; devendo ainda, lhes possibilitar o aprimoramento de métodos de ensino em ambientes tecnologicamente transformados.

Os programas de formação inicial de professores devem ter em atenção a importância do desenvolvimento nos respectivos formandos de diversas competências no que se refere ao uso das TIC no processo de ensino-aprendizagem: Usar software utilitário, usar e avaliar software educativo, integrar as TIC em situações de ensino-aprendizagem, enquadrar as TIC num novo paradigma do conhecimento e da aprendizagem, conhecer as implicações sociais e éticas das TIC. (PONTE; OLIVEIRA; VARANDAS, 2004, p. 3)

Algumas críticas relativas ao uso das tecnologias nas escolas estão relacionadas exatamente ao fato de que essas ferramentas são utilizadas sem levar em conta a necessidade de adaptação de metodologias adequadas à sua utilização. Em outras palavras, as novas ferramentas não alteraram as práticas, que por outro lado, são inadequadas a tais recursos

(MIRANDA; FROTA, 2007). Assim, a estrutura disciplinar, mantida nos cursos de licenciatura é reproduzida nas escolas e o uso de tecnologias como recursos didáticos, quando acontece, é isolado e não faz parte do cotidiano de professores e alunos.

É preciso perceber como as TICs oportunizam a criação de novos espaços de aprendizagem, colaborativos, interativos. Ou seja, é necessária uma reestruturação dos universos simbólicos, o que implica mudanças de atitudes, de concepções, novas aprendizagens e novos modos de aprender. A formação inicial tem uma forte responsabilidade em contribuir para formar nos novos professores um espírito de abertura à mudança permanente, de gosto pela aprendizagem contínua e de receptividade à inovação e à renovação pedagógica. (BONILLA, 2002, p. 5)

Investigar metodologias adequadas ao uso das novas tecnologias no ensino aprendizagem é uma demanda premente para processos de formação inicial e continuada de professores. Para tanto, é preciso levar-se em conta a diversidade de questões relacionadas ao contexto em que as tecnologias se associam ao trabalho dos professores. Temos, por um lado, um conjunto significativo de professores, com larga experiência de trabalho, práticas pedagógicas e concepções de ensino formadas em um período anterior ao desenvolvimento da maioria das ferramentas tecnológicas disponíveis atualmente. Por outro lado, cursos de licenciatura, que mesmo em face ao desenvolvimento experimentado pelas TIC, não transformam seus programas de ensino, visando preparar os futuros professores para lidar com essas tecnologias em seu fazer pedagógico.

Esse quadro exige, mais do que nunca, a proposição de atividades integradoras, na perspectiva do trabalho coletivo, propiciando a cooperação entre estudantes de programas de formação continuada e professores em exercício. Ações dessa natureza potencializam atividades efetivas que podem ajudar a mudar as concepções de professores em exercício e professores em formação, levando-os a perceber as diferentes perspectivas associadas ao trabalho com as TIC. A proposição de práticas inovadoras está condicionada ao fato de que o uso de tais ferramentas deve fazer parte do cotidiano de professores e alunos, em formação inicial e continuada.

No entanto, é de ter em atenção que o uso das TIC no processo de ensino-aprendizagem tanto pode ser perspectivado no quadro de um ensino puramente tradicional, como pode ser encarado como um factor facilitador de um processo de mudança educativa. Assim, ainda hoje, o papel do professor, em muitas situações, é, sobretudo, o de fornecer informação aos alunos, controlar o discurso e o desenvolvimento da aula, procurando que todos os alunos atinjam os mesmos objetivos, no mais curto espaço de tempo. (PONTE; OLIVEIRA; VARANDAS, 2004, p. 3).

O processo ensino aprendizagem, no contexto das novas tecnologias provoca, ou deve provocar mudanças significativas nessa relação. A perspectiva tradicional, em que o professor é a fonte única de saber não tem espaço na escola tecnologicamente transformada, uma vez que ocorrerá, necessariamente, um deslocamento dos saberes, isto é, o professor passa a ser um mediador em relação ao desenvolvimento dos processos de ensino aprendizagem, e não mais aquele que detém, por excelência, o conhecimento.

Embora alguns pesquisadores como Nitzke e Franco (2002) apontem uma tendência de se fazer uma simples transposição da prática tradicional para as atividades em ambiente informatizado, a proposição de atividades inovadoras e significativas exige a consciência de que a perspectiva do controle não cabe nesse modelo de trabalho. De posse das novas ferramentas tecnológicas, os alunos podem alçar vôos, aprender em tempos diferenciados, impondo ritmos e objetivos próprios, na medida em vão se tornando usuários autônomos dessas novas mídias.

Os programas de formação de professores devem prever tais mudanças no paradigma de ensino aprendizagem, propondo atividades que estimulem a colaboração e a socialização de experiências. Tais proposições devem buscar desenvolver nos futuros professores uma autonomia no processo de investigação e produção de metodologias adequadas para o ensino na escola tecnologicamente transformada, uma vez que o uso de formas tradicionais de ensino, apenas transpostas para as TIC não fará sentido, pois *“esta aplicação da informática, bem como a manutenção desta forma tradicional de ensino, preparam um profissional obsoleto”*. (NITZKE; FRANCO, 2002, p. 1)

4 METODOLOGIA: PERCURSO DA PESQUISA

De acordo com as primeiras reflexões que deram origem ao projeto de pesquisa, a idéia era constituir um grupo colaborativo de investigação sobre o uso de tecnologias na escola. Essa intenção foi motivada pela minha trajetória profissional e pelas observações que fazia sobre a forma limitada como professores e alunos usavam tecnologias como softwares de ensino e outras tecnologias computacionais em seu processo de ensino aprendizagem de matemática. Esse grupo deveria ser formado por professores de matemática da Educação Básica de escolas estaduais do município de Diamantina e alunos do curso de Licenciatura em Matemática da Faculdade de Filosofia e Letras de Diamantina, onde lecionamos.

O objetivo do grupo seria investigar, colaborativamente, o Ensino de Geometria com o uso de softwares de Geometria Dinâmica. Porém, uma primeira preocupação em se optar por uma abordagem qualitativa esteve ligada às questões éticas, que podem ser bastante criticadas, dependendo do método de coleta de dados escolhido (cf. LÜDKE; ANDRÉ, 1986). As questões éticas ligadas à constituição desse grupo estavam fortemente relacionadas ao fato de que ele já nasceria com um objetivo específico, qual seja, o de se constituir como um ambiente de pesquisa sobre práticas colaborativas. Os sujeitos que constituiriam o grupo seriam também sujeitos de um processo de investigação, uma vez que as relações estabelecidas no interior do grupo, os processos de discussão e as produções seriam observadas pelo propositor do grupo, no caso, o pesquisador. Obviamente que uma primeira atitude seria a de estabelecer esse contrato ético, deixando transparente, desde o primeiro momento todo esse “jogo de interesses” que estava associado a tal proposição, ou seja, se os sujeitos se constituiriam como sujeitos de observação, esse fato deveria estar claro para todos os participantes.

O momento inicial foi a convocação de uma reunião da qual participaram apenas os alunos da graduação em Matemática. O objetivo era dentre todos os convidados – já que foram convidados todos os alunos da graduação em matemática – identificar quais realmente se interessariam em participar/permanecer no grupo. Ainda nessa reunião foram explicitados os objetivos da formação do grupo, bem como as discussões e compromissos que a presença de cada um implicaria, pois se tratava de uma investigação cuja finalidade estava ligada ao processo de qualificação *stricto sensu* do pesquisador.

Faz-se necessário ressaltar que quando dizemos “todos os alunos” da graduação em matemática, estamos nos referindo a uma instituição particular de ensino, que a exemplo de

tantas outras, vem enfrentando dificuldades em relação à entrada de alunos no processo seletivo para os cursos de licenciatura. Dessa forma, à época dessa primeira reunião, contávamos no curso de licenciatura com apenas três turmas, de três anos diferentes, com, em média, vinte alunos em cada turma. A opção de fazer um convite aberto a todos esses alunos estava ligada ao fato de acreditarmos que o projeto poderia se apresentar como uma forma de estimular os alunos, mostrando que embora passasse por dificuldades, a instituição continuava buscando formas de produzir conhecimento em seu interior. Além disso, sabíamos que mesmo o convite sendo amplo, não contaríamos com a presença de todos os alunos, pois possivelmente, alguns não se interessariam em participar de atividades dessa natureza.

Além das especificações acima, procurou-se deixar claro para os graduandos que participavam da reunião qual seria a constituição do grupo; isto é, além dos alunos, em uma segunda reunião, o convite seria estendido a professores da rede pública de ensino, que atuassem na Educação Básica. A composição do grupo se justificava, uma vez que era fundamental o compartilhamento de experiências entre graduandos, professores e pesquisador, pois a pesquisa que se pretendia, adotava um caráter colaborativo⁹.

O compartilhamento de experiências que se pretendia que houvesse, baseava-se no fato que os professores acumulavam experiências e saberes constituídos no fazer pedagógico e eram conhecedores dos problemas de ensino nos níveis de formação básica; essas experiências enriqueceriam as discussões do grupo. Os alunos da licenciatura, por sua vez, vivenciavam um processo de formação no qual dispunham de ferramentas tecnológicas como o computador e utilizavam softwares de Geometria Dinâmica em seus trabalhos de curso e nas aulas da licenciatura. Essa diversidade de saberes no interior do grupo deveria convergir para a produção e aperfeiçoamento de metodologias de ensino e aprendizagem de geometria com o uso de softwares de geometria dinâmica.

Dessa forma, o primeiro esboço da questão geratriz situava-se sobre a constituição de espaços colaborativos na formação inicial e continuada de professores de matemática, sendo o objeto de discussão do grupo, o uso de softwares de geometria dinâmica no ensino de geometria. A idéia inicial foi, portanto, refletir sobre como a aproximação de professores em exercício e alunos de licenciatura em uma perspectiva colaborativa poderia influenciar no processo de formação inicial e continuada de professores de matemática.

Entretanto, como afirmam Borba e Araujo (2004), *“O processo de construção da pergunta diretriz de uma pesquisa é, na maioria das vezes, um longo caminho, cheio de idas e*

⁹ Posteriormente será feita uma discussão sobre a natureza do trabalho colaborativo e uma justificativa de porque o trabalho proposto da forma como foi não se enquadra nessa perspectiva de trabalho.

vindas, mudanças de rumos, retrocessos, até que, após um certo período de amadurecimento, surge a pergunta” (p. 27). A pergunta diretriz que orientou a construção da pesquisa surgiu dentro de um contexto, a exemplo de outras tantas, bastante complexo, e foi alterada fortemente ao longo da investigação de campo. Devido a tais alterações sofridas ao longo do percurso investigativo, apresenta-se aqui um retrospecto de como essa questão amadureceu até chegar à pergunta final. Essa opção se alinha, em sua perspectiva teórica, com Borba e Araújo (2004), pois, importam nesse trabalho investigativo os enganos cometidos e as frustrações iniciais advindas das tentativas de constituição do grupo, com a composição e propósitos anteriormente descritos.

Ainda de acordo com esses autores, na maioria das vezes, os pesquisadores optam por descrever a metodologia adotada em uma determinada pesquisa a partir do momento em que a pergunta diretriz está consolidada. Essa postura omite o processo de construção da pergunta, dando a idéia de que ela já estava preconcebida, e que permaneceu imutável ao longo do processo de investigação.

Um grande problema que percebemos em diversas pesquisas é que, muitas vezes, esse caminho não é apresentado pelo autor. Talvez ele pense que aquele caminho percorrido até o estabelecimento da pergunta tenha sido cheio de enganos, não merecendo ser divulgado, e não percebe que a pergunta é a síntese desse caminho, ou seja, que todo o processo de construção da pergunta faz parte da própria pergunta. (BORBA; ARAUJO, 2004, p. 27)

O primeiro obstáculo encontrado na constituição do grupo da maneira pretendida foi com relação aos professores da Educação Básica. Da reunião realizada com os alunos, que contava com um grupo de aproximadamente vinte alunos do curso de licenciatura em matemática, de turmas com dois, três e quatro anos de formação, dez alunos manifestaram interesse em participar das próximas reuniões. Quatro deles já manifestavam interesse em participar do grupo e os outros gostariam de conhecer melhor a idéia para decidir se permaneceriam ou não na discussão. Esse grupo, de interessados, se reuniu uma semana mais tarde para organizar uma reunião com professores da Educação Básica e apresentar para eles a proposta de trabalho, bem como para convidá-los a integrar o grupo.

Para convidar os professores foi feita uma carta, descrevendo minimamente o que se pretendia com o grupo de estudos e essa carta foi levada a duas escolas estaduais com turmas de ensino fundamental, quinta a oitava séries e ensino médio. As duas escolas foram escolhidas por possuírem um grande número de professores de matemática e por se localizarem próximas à sede do curso de matemática, o que supostamente favoreceria a

organização das reuniões do grupo. Esse documento a ser entregue aos professores, descrevia a intenção de construir um grupo de investigação colaborativa, os objetivos da constituição de tal grupo, e ainda convidava os professores a participarem de uma reunião para maiores esclarecimentos da proposta.

Para entregar as cartas aos professores os alunos se dividiram em dois grupos, cada grupo visitou uma escola em três turnos, nos horários de intervalo dos professores e entregou pessoalmente as cartas. Na oportunidade, foi dito aos professores do que tratava a carta. Dos relatos dos alunos criou-se a expectativa de comparecimento de um grupo de aproximadamente dez professores para essa primeira reunião, uma vez que, segundo eles, a proposta teria sido aceita com grande entusiasmo por parte dos professores.

Entretanto, para a primeira reunião apareceram apenas dois professores; os demais não compareceram e, dentre os que não compareceram dois justificaram posteriormente a sua ausência. Como, além de atuar como professor universitário, também sou professor de uma das escolas escolhidas, procurei saber das intenções dos professores em participar de grupos dessa natureza em conversas informais nos horários de intervalo. As justificativas eram parecidas com aquelas que recebemos dos dois professores que justificaram sua ausência. Uma sobrecarga de trabalho, com jornada de quarenta horas semanais, pouca disponibilidade de tempo eram as justificativas mais freqüentes, embora todos eles declarassem ser uma boa idéia. Questionados acerca do uso de softwares de geometria dinâmica no ensino eles afirmavam desconhecer tais tecnologias, alguns demonstravam certo interesse pelo assunto, mas não dispunham de tempo para participar de reuniões periodicamente.

Dos dois professores que compareceram à reunião anterior, apenas um freqüentou por mais duas semanas as reuniões do grupo, e acabou desistindo de continuar. As justificativas foram as mesmas, faltava tempo para se dedicar às atividades do grupo.

As duas reuniões que se seguiram foram tomadas por um grande sentimento de desânimo, frustração, e medo. O medo, logicamente era mais meu, o meu projeto parecia fadado à falência e eu não sabia muito bem o que fazer. O segundo semestre do ano de 2006 estava acabando, e, dentre os alunos que continuavam freqüentando as reuniões, três eram do último ano, iriam se formar e provavelmente buscariam oportunidades de trabalho em outros municípios. O sentimento de que nada havia dado certo acabou interrompendo as atividades e eu estava agora sem perspectivas do que fazer.

O início do período de férias, somado à frustração do não funcionamento do grupo, impeliu a busca do entendimento do que acontecera, transformando-se em pesquisa

bibliográfica. A essa altura, apenas um aluno, que permaneceria ligado ao grupo até o presente momento, continuava mantendo contato e empenhado na tentativa de levar o projeto adiante. A participação desse aluno foi fundamental para que nossas atividades pudessem continuar/recomeçar; e eu penso que o interesse que ele sempre sentiu pelo assunto, a sua formação e atividade profissional foram determinantes na sua insistência em levar as discussões adiante. Posteriormente, faremos uma caracterização dos membros do grupo e de suas trajetórias acadêmicas, quando poderemos descrever melhor a participação desse aluno no grupo de investigação.

A revisão da literatura nos fez entender melhor a natureza de um grupo de investigação colaborativa e repensar a nossa proposição inicial. Percebemos que existe na literatura uma série de críticas ao enquadramento equivocado de pesquisas como pesquisas colaborativas. Tais críticas são sobre a confusão de pesquisas sobre práticas colaborativas e pesquisas efetivamente colaborativas. A própria constituição de um grupo colaborativo, muitas vezes é feita de maneira equivocada, sobretudo, pelo entendimento sem aprofundamento teórico do que é um grupo colaborativo, principalmente com relação a grupos que se iniciam.

Fiorentini (2004), afirma existir uma “dispersão semântica” envolvendo os termos como trabalho coletivo, cooperativo e colaborativo. Ele afirma que existe uma tendência de, ora esses termos serem entendidos como sinônimos e, ora, serem entendidos com sentidos múltiplos. Essa “polissemia” como diz Fiorentini, *“vem afetando não apenas a forma de organização e de trabalho de grupos colaborativos como também o modo de investigá-los ou de mobilizá-los coletivamente em processos investigativos”* (p. 48). Baseado em Boavida e Ponte (2002), esse autor faz uma análise do uso de tais termos em uma perspectiva etimológica, buscando esclarecer diferenças significativas entre os termos cooperar e colaborar.

Embora as denominações cooperação e colaboração tenham o mesmo prefixo *co*, que significa ação conjunta, elas diferenciam-se pelo fato da primeira ser derivada do verbo latino *operare* (operar, executar, fazer funcionar de acordo com o sistema) e a segunda de *laborare* (trabalhar, produzir, desenvolver atividades tendo em vista determinado fim). (FIORENTINI, 2004, p. 50)

Assim, a constituição de um grupo que se pretende colaborativo desde a sua gênese, já se constitui, por si só, em um equívoco metodológico. A natureza de um grupo colaborativo está muito relacionada à iniciativa ou ao desejo de determinados sujeitos de participarem das discussões ou trabalhos por algum motivo particular. Quando tomamos a iniciativa de

construir um grupo, convidando pessoas para configurá-lo, embora estivéssemos conscientes de que a participação nesse grupo poderia beneficiar todos os convidados, rompemos com a perspectiva da participação espontânea, da voluntariedade.

Estamos conscientes de que nem em relação aos alunos da licenciatura, nem em relação aos professores a participação no grupo foi forçada, ou seja, desde o início, uma preocupação nossa foi fugir de atitudes na constituição do grupo que pudessem confundi-la com a perspectiva da balcanização¹⁰. Entretanto, essa consciência não nos isentava de um dilema metodológico. A participação não era forçada, mas também não era uma iniciativa espontânea; seria uma participação a convite, e mais do que isso, seria uma participação em um grupo que tinha, por trás da intenção de consolidação de uma prática reflexiva sobre uma temática, uma outra intencionalidade definida *a priori*, o que de certa forma, obrigaria os membros do grupo a se sujeitarem ao olhar de um observador com intenções declaradas de investigar sobre o que aconteceria no grupo.

Quebrava-se aí uma outra perspectiva, posta inicialmente no projeto de pesquisa. Realizar o que, segundo Fiorentini (2004), constitui-se como uma meta-pesquisa sobre trabalho colaborativo. Não seria possível realizar uma pesquisa sobre o trabalho colaborativo se o grupo proposto não se enquadrava, por ser um grupo que se iniciava, como um grupo colaborativo. Levar essa idéia adiante poderia trazer sérios problemas à “confiabilidade” da pesquisa, não apenas por questões ligadas ao método de coleta de dados¹¹, mas pela própria categorização inadequada do grupo.

A idéia de nos debruçarmos à busca da resposta de por quê o grupo não se formou levou-nos a outra indagação. Como poderíamos constituir um grupo de investigação na perspectiva do trabalho coletivo, que pudesse evoluir para um grupo colaborativo de investigação? Passamos a imaginar uma nova configuração para o grupo. Um grupo que pudesse começar a engatinhar, com pretensões mais modestas e objetivos mais pontuais. A essa altura, o grupo era formado por dois elementos, eu e o “insistente” aluno da licenciatura, que não conseguia acreditar que a idéia não vingaria. No início do ano de 2007, fomos procurados por dois alunos que tinham intenção de escrever as suas monografias de final de

¹⁰ Balcanização ou colegialidade artificial é o que segundo Fiorentini, Hargreaves (1998) define como um grupo que é coagido a trabalhar coletivamente, por interesse de particulares, seja essa ação consciente ou não.

¹¹ Nesse momento a opção pela observação como método de coleta de dados apontava como sendo a mais adequada, mas o momento de incertezas com relação à configuração do grupo também gerava dúvidas sobre que tipo de observação seria mais adequada. Discutiremos mais adiante os aspectos apresentados por Lüdke e André (1986) e Fiorentini (2004) sobre as implicações de tais escolhas às questões éticas e de confiabilidade da pesquisa.

curso sobre geometria dinâmica. Esses alunos ainda ficariam por mais dois anos no curso de matemática, tinham uma vaga idéia sobre softwares de geometria dinâmica, mas por causa de uma oficina que participaram em um congresso, queriam entender melhor sobre o assunto e desenvolver seus projetos nessa área.

Começava aí uma nova configuração do grupo de estudos. Os participantes eram pessoas que se interessavam pelas temáticas, que se aproximaram voluntariamente e que desejavam aprender e contribuir para as discussões. Com essa injeção de ânimo, fizemos um novo cronograma de encontros com esse novo grupo. As primeiras reuniões foram uma tentativa dos novos membros de conhecerem os softwares de geometria dinâmica, de pensarem metodologias de ensino de geometria, de ressignificarem seus próprios conhecimentos sobre geometria. Passamos alguns encontros conhecendo softwares de geometria dinâmica, como o Cabri-Géomètre II, o Régua e Compasso, o Geogebra e outros.

Mas essa nova configuração do grupo levava-nos a outro dilema. E a questão de pesquisa? Logicamente que não fazia mais sentido manter a mesma pergunta. Ela estava relacionada com o grupo colaborativo, que poderia até vir a se formar, mas nesse momento o grupo não poderia, epistemologicamente, ser enquadrado como um grupo colaborativo; e evidentemente, não se constituiria como um espaço adequado para a nossa proposta inicial, qual seja, de se fazer uma pesquisa sobre práticas colaborativas de investigação.

De fato, os grupos de estudo e pesquisa iniciam, normalmente, com uma prática mais cooperativa que colaborativa. Mas, à medida que seus integrantes vão se conhecendo e adquirem e produzem conjuntamente conhecimentos, os participantes adquirem autonomia e passam a auto-regular-se e a fazer valer seus próprios interesses, tornando-se, assim, grupos efetivamente colaborativos. (FIORENTINI, 2004, p. 53)

Existia ainda nesse momento, o que Fiorentini chama de uma relação assimétrica e as reflexões obedeciam a uma negociação hierárquica, pois os novos membros não eram totalmente autônomos e dependiam do pesquisador, principalmente no que tange a sugestões de leituras de aprofundamento e também na investigação dos softwares de geometria dinâmica. Eles sabiam que gostariam de “aprender” mais sobre o assunto, mas não sabiam bem ao certo que tipo de aprendizado lhes interessava.

Posteriormente, já no meio do ano de 2007, o grupo seria integrado por mais dois alunos, colegas de turma dos dois últimos componentes e que se interessaram pelo grupo a partir das conversas desenvolvidas com os colegas. Esses novos membros foram se inteirando das discussões desenvolvidas no interior do grupo em atividades realizadas com os colegas

nas reuniões. A essa altura, nossas discussões se concentravam em uma proposta de desenvolver metodologias de ensino de geometria com o uso de softwares de geometria dinâmica. Sentíamos falta das experiências dos professores da Educação Básica, do compartilhamento de informações sobre os problemas enfrentados no ensino de geometria, de considerações que nos ajudassem a pensar perspectivas sobre o uso dos softwares de geometria dinâmica.

Procuramos discutir formas de envolver os professores, não como convidados a integrar o grupo, mas oferecendo atividades que os levassem a conhecer o projeto e que pudessem se converter em espaços de discussão onde poderíamos contar também com as críticas e a experiência desses professores. O conjunto dessas atividades e as estratégias desenvolvidas no interior do grupo para planejá-las, a forma como sistematizavam as informações e as experiências vividas nesse contato com os professores e os impactos dessas atividades no processo de formação dos alunos, membros do grupo, eram agora o objeto de minha investigação.

Logicamente que a questão geratriz veio amadurecendo ao longo das atividades do grupo, mas isso não implica que não tenha havido um planejamento prévio e um direcionamento mínimo do foco de investigação. A complexidade das relações que envolveram a formação do grupo, os tropeços e angústias vivenciados ao longo de toda a atividade, que se estendeu “como foco de investigação”¹² para a constituição dessa dissertação, por mais de um ano e meio, favoreceram a reconstrução da pergunta geratriz por várias vezes até se chegar à questão que é alvo de discussão nesse trabalho. Como na metáfora da bússola a nossa pergunta geratriz apareceu e reapareceu por inúmeras vezes ao longo de todo o processo e foi também a (re)construção dessa pergunta que norteou o (re)planejamento de nossas ações. Para Araújo (2002), a pergunta pode ser comparada *‘a uma bússola que se mantém oculta por algum tempo no decorrer da pesquisa, mas que, “mesmo oculta, ... continua funcionando, mostrando-nos a rota que, ao ser trilhada, permite-nos encontrá-la pelo meio do caminho’*. (BORBA; ARAÚJO, 2004, p. 28).

Entendemos assim, a construção da pergunta geratriz na perspectiva do *design* emergente, apresentado por Borba e Araújo (2004) baseados nos trabalhos de Lincoln e Guba (1985). *“Para eles, o design da pesquisa é emergente, ou seja, ele vai sendo construído à*

¹² Logicamente o grupo de discussões continua com suas atividades, muito trabalho está sendo desenvolvido pelos seus cooperadores/colaboradores nesse momento e o grupo amadurece para, em um futuro próximo, se constituir como um grupo colaborativo de investigação sobre ensino de geometria e novas tecnologias. O recorte e a coleta de dados para elaboração desse trabalho de dissertação é que precisava chegar a um momento de sistematização devido à natureza temporal desse tipo de trabalho.

medida que a pesquisa se desenvolve e seus passos não podem ser rigidamente determinados a priori. Eles afirmam que “o foco da investigação pode, e provavelmente mudará”. (p. 29).

O foco de investigação direcionou-se então para a questão da formação de professores. Com um recorte delimitado para o problema da formação de professores aptos para ensinar geometria, buscamos entender, mais precisamente, como formar professores para ensinar geometria na escola que se pretende tornar cada vez mais informatizada? A proposição de um grupo de estudos coletivo para tal investigação suscita a idéia de investigar como a constituição de grupos de trabalho na perspectiva do trabalho cooperativo pode contribuir para essa formação? Essas duas idéias podem ser resumidas na questão: como a constituição de grupos cooperativos de investigação pode contribuir para a formação de professores aptos para ensinar geometria em ambientes informatizados?

A modalidade de pesquisa adotada para fazer a coleta dos dados foi, pela natureza do espaço a ser investigado, conforme descrito acima, a pesquisa-ação. Não estamos entendendo a pesquisa-ação no contexto da pesquisa coletiva, embora a investigação se dê em um espaço coletivo. Apoiamos em Fiorentini (2004) para definir o que pensamos por pesquisa-ação.

A pesquisa-ação, nesse sentido, é um processo investigativo de intervenção em que caminham juntas a prática investigativa, a prática reflexiva e a prática educativa. Ou seja, a prática educativa, ao ser investigada, produz compreensões e orientações que são imediatamente utilizadas na transformação dessa mesma prática, gerando novas situações de investigação. (p. 69)

No entanto, nessa modalidade de pesquisa o pesquisador se vale da observação para fazer a coleta de dados. Estando inserido no ambiente a ser estudado, o pesquisador é um observador crítico e reflexivo, buscando elementos para compreendê-lo ao mesmo tempo que o transforma, *“é uma modalidade de ação e de observação centrada na reflexão-ação”.* (FIORENTINI, 2004, p. 69).

Entretanto, dar clareza ao grupo investigado, da natureza e dos objetivos do trabalho que está sendo realizado é uma preocupação ética importante. Para Lüdke e André (1986) *“a observação ocupa um lugar privilegiado nas novas abordagens de pesquisa educacional”* (p. 26), mas fazer uso de tal método de coleta exige alguns cuidados, tanto no que tange aos aspectos éticos, quanto à confiabilidade da pesquisa.

A questão da confiabilidade da pesquisa está relacionada ao fator de influência que a presença do pesquisador exerce no grupo e a consciência de que se está sendo observado desempenha sobre a naturalidade das ações. Esse fato faz com que certas críticas sejam tecidas com relação ao uso da observação como estratégia de coleta de dados. De acordo com

Lüdke e André (1986) essas críticas são refutadas por Guba e Lincoln (1981). Para esses autores as alterações provocadas no ambiente pesquisado são pequenas e “*os ambientes são relativamente estáveis*”, de modo que a presença de um observador dificilmente causará as mudanças que os pesquisadores procuram tanto evitar.

Já os aspectos éticos se relacionam ao fato de que certos tipos de observação se valem da “ignorância” do grupo pesquisado dos reais objetivos da pesquisa. Lüdke e André (1986) descrevem algumas “*variações nos métodos de observação*” e as implicações éticas de cada uma. Das quatro variações apresentadas (participante total, participante como observador, observador como participante e observador total) a abordagem que adotamos nessa pesquisa é a do observador como participante.

O “observador como participante” é um papel em que a identidade do pesquisador e os objetivos do estudo são revelados ao grupo pesquisado desde o início. Nessa posição, o pesquisador pode ter acesso a uma gama variada de informações, até mesmo confidenciais, pedindo cooperação ao grupo. Contudo, terá em geral que aceitar o controle do grupo sobre o que será ou não tornado público pela pesquisa. (LÜDKE; ANDRÉ, p. 29)

Como importante abordagem de pesquisa educacional a observação é um instrumento que pode ser associado a outras estratégias. A nossa pesquisa se enquadra, portanto, como uma pesquisa-ação, em que nos valem da observação como método de coleta de dados. Alinhados a essa opção, fizemos uso de anotações combinadas com transcrições de gravações para registrar as observações *in loco*. Por observarmos que o gravador inibia ou alterava a naturalidade das colocações, procuramos não fazer uso abusivo desse mecanismo de registro, alternando as gravações com anotações em um diário de campo. Com o objetivo de não ficar vítima da memória as anotações eram realizadas o mais breve possível, não distanciando muito do calor das discussões.

Conforme descrito acima, o grupo de estudo, hoje denominado Grupo de Estudos em Geometria Dinâmica e Ensino de Geometria (GEGDEG), teve dois momentos em sua constituição. Um primeiro momento, quando foi feita uma movimentação para a formação do grupo, com o convite de pessoas para integrá-lo, sendo a idéia inicial a de formar um grupo envolvendo professores em exercício na Educação Básica e alunos da licenciatura em Matemática em uma perspectiva colaborativa¹³. Essa primeira tentativa de composição do grupo não teve sucesso e pouco tempo mais tarde ele seria reconstituído, dessa vez, contando

¹³ Já foram comentadas no capítulo anterior as questões relacionadas ao enquadramento desse grupo, que se iniciou, como um grupo colaborativo.

com a decisão voluntária de alunos da licenciatura em integrar o projeto. Surgia aí uma nova constituição do grupo. A segunda fase começou com um grupo pequeno, de quatro pessoas, e hoje possui sete participantes ativos.

As dificuldades dos professores das escolas públicas para participarem de processos de formação continuada e outras atividades fora do espaço escolar representam um questão complexa, mas tal discussão foge aos propósitos desse trabalho. Sendo assim, concentraremos nossa análise a partir do segundo momento da formação do grupo, aquele em que os alunos começam a se interessar pela discussão e voluntariamente se ligam ao grupo.

4.1 As fases da pesquisa: breve caracterização

O período a ser analisado nesse trabalho está situado entre o mês de março do ano de 2007, quando as primeiras reuniões de trabalho se realizaram, e o mês de abril de 2008. Embora o grupo continue existindo e se reunindo periodicamente, é importante ressaltar, para constituição do presente trabalho, estaremos considerando o período supracitado.

Anteriormente à formação do grupo, foi realizado, em uma instituição particular de ensino superior do estado de Minas Gerais, um Estudo Piloto, em que foram desenvolvidas atividades de geometria dinâmica com professores que faziam um Curso de Especialização em Educação Matemática.

Nesse estudo, desenvolvido em um período de seis dias, de 19 a 24 de janeiro de 2007, foi observada a realização de atividades que envolviam o uso do software de geometria dinâmica – Cabri Géomètre II – contando com a participação de vinte e cinco alunos em uma disciplina de Geometria Plana.

Pode-se afirmar que tais observações foram fundamentais para o desenvolvimento da pesquisa, pois possibilitaram o replanejamento da mesma e passaram a ser também objeto de discussão e estudos no interior do grupo que viria a se constituir e que teria acesso aos produtos de tais observações.

Ainda durante as observações desse grupo de alunos-professores que participavam de um processo de formação continuada- Curso de Especialização- o pesquisador procurou se informar sobre como era a relação desses estudantes, também professores na Educação Básica, com recursos tecnológicos e mais especificamente sobre o uso de softwares de geometria dinâmica em suas práticas pedagógicas. Tais observações serviram para fazer o primeiro desenho das atividades a serem desenvolvidas, além de principiar o entendimento

sobre quais eram as perspectivas do uso de ambientes informatizados no ensino de geometria, para aquele grupo de professores.

Ao final desse período de observação, o pesquisador pôde manter conversas informais com os alunos-professores da especialização, e pôde ainda propor uma atividade em ambiente informatizado que contou com a participação de vinte e um desses alunos. As atividades previam desde uma ligeira introdução ao uso do software Cabri-Géomètre II, que foi feito através de uma apostila elaborada pelo próprio pesquisador até a resolução de questões que, posteriormente, foram-nos enviadas via e-mail. As questões desenvolvidas no Estudo Piloto foram, mais tarde, alvo de reflexão no interior do GEGDEG, conforme se verá nas discussões subseqüentes. Ressalte-se, entretanto que, as atividades desenvolvidas no Estudo Piloto não são por si mesmas o objeto principal de análise nessa pesquisa. Todas as considerações que faremos nesse trabalho referem-se às discussões que tais atividades provocaram no interior do GEGDEG. Uma análise mais sistemática dos dados desse estudo pode ser encontrada em (MIRANDA; FROTA, 2007).

Para facilitar nossa análise, faremos uma breve caracterização dos sujeitos, membros do GEGDEG. Por não ter sido acordado com tais sujeitos o uso dos seus nomes na discussão dos dados, usaremos nomes fictícios em observação à ética na pesquisa educacional. Como todos os elementos do grupo, afora o pesquisador, eram alunos da licenciatura no momento de sua formação, usaremos as denominações Aluno A, Aluno B, ..., para nos referirmos ao sujeitos pesquisados.

O Aluno A é o remanescente do primeiro grupo. À época da primeira reunião realizada para propor a formação do grupo, ele cursava o penúltimo ano do curso de Licenciatura em Matemática, tinha experiência com o Cabri-Géomètre II que foi usado como ferramenta em um curso de construções geométricas, disciplina integrante da grade curricular e também utilizava o software como recurso para aprender geometria. Esse aluno tem uma trajetória escolar e profissional que o envolve com as ferramentas computacionais mesmo antes de entrar para a licenciatura. Tem Formação Básica em Técnico Industrial e desenvolve páginas da web para empresas da região. Atualmente, trabalha no Núcleo de Tecnologia Informática (Nutí) órgão da Fundação Educacional do Vale do Jequitinhonha (FEVALE), ou seja, na mesma instituição em que o grupo foi formado.

Esse aluno tem, pois, uma relação com a tecnologia informática diferente dos outros, que, como veremos posteriormente, utilizam o computador de forma bem mais limitada, isto é, não se caracterizam por serem profissionais ligados à área de informática. Entretanto, o

interesse dele em participar do grupo e o seu sentimento de frustração no momento em que o grupo parecia fadado à falência, demonstra que, muito mais que o interesse em aprender informática, ele tinha um grande desejo em investigar formas de incorporar o seu conhecimento em informática às suas atividades futuras, como professor.

Aluno A: “Ah! Eu acho isso ruim, seria importante a participação dos professores. Eu sei usar o Cabri, mas nunca dei aula né. O bacana disso seria ver o que os professores ensinam e discutir com eles como o Cabri poderia ajudar nisso. Eles também poderiam ganhar com isso né.”¹⁴

O sentimento de decepção identificado na fala do aluno demonstra que já no início das atividades ele tinha uma preocupação com o uso didático das ferramentas de informática. Embora ele não soubesse muito bem como fazer isso, sabia que a sua participação no grupo propiciaria o desenvolvimento de estratégias de ensino de geometria com o software de geometria dinâmica. Demonstrava, ainda que de forma tímida, interesse em contribuir com seu conhecimento, ou de socializar suas idéias.

A Aluna B, juntamente com o Aluno C, foram os dois que nos procuraram posteriormente, demonstrando interesse em integrar o grupo. Esses dois alunos eram colegas de turma, estavam iniciando o terceiro ano do Curso de Licenciatura e nos procuraram motivados pela experiência de terem participado de um mini-curso sobre o Cabri em um congresso. Diziam “*não ter aprendido muita coisa, mas gostaram do programa*”¹⁵ queriam conhecê-lo melhor. A expectativa desses alunos era de que o grupo fosse um espaço onde se pudesse aprender a manusear programas de geometria dinâmica. Eles não demonstravam, pelo menos inicialmente, intenção em fazer pesquisa. Buscavam um tipo de atividade que fosse, aproximado do que haviam feito na oficina, ou seja, conhecer as ferramentas e aprender a lidar com esses softwares de forma mais imediatista, mas não identificamos em suas falas algo que pudesse demonstrar interesse em investigar o uso didático dessas ferramentas.

A Aluna D, a Aluna E e o Aluno F só viriam a integrar o grupo no segundo semestre de 2007. O que motivava esses alunos a procurar integrar o grupo de discussão era a decisão que haviam tomado de escreverem suas monografias de final de curso na área de ensino de geometria. Eram todos da mesma turma dos alunos B e C, e tomaram conhecimento das

¹⁴ Trecho anotado no diário de campo. A nota foi, como a maioria das outras, feita pelo pesquisador posteriormente à conversa com o aluno. Nesse encontro apenas o Aluno A estava presente e foi informado de que o não envolvimento dos outros integrantes com o grupo comprometia a continuidade das atividades. Por ser um depoimento importante, tentamos reproduzir a fala do aluno.

¹⁵ Perspectiva identificada pelo pesquisador na fala dos alunos e anotada no diário de campo.

atividades do grupo pelos colegas e por comentários sobre o grupo, tecidos pelo pesquisador, que também é professor da turma.

Além do Estudo Piloto, a pesquisa contou também com a participação de um grupo de doze professores, também estudantes de graduação em matemática, que resolveram algumas das atividades desenvolvidas pelo GEGDEG.

A faculdade em que o grupo está inserido mantém um curso de licenciatura descentralizado, que atende em outros municípios em um regime de aulas concentradas em final de semana. Esse Curso de Licenciatura tem como objetivo principal capacitar professores em exercício, que não dispõem da titulação necessária para exercer a profissão. Nesses cursos, a maioria dos alunos são professores da Educação Básica ou já atuaram nesse nível de ensino. O pesquisador era professor nesses cursos e iria ministrar a disciplina “Informática e Ensino de Matemática” em uma turma com doze alunos/professores, e sugeriu ao grupo GEGDEG que as atividades fossem levadas para discutir e testar com esses professores alunos da graduação. A idéia era que as reflexões/contribuições dadas pelos estudantes/professores pudessem nos ajudar a repensar as atividades produzidas pelo GEGDEG.

Em nosso texto identificaremos o grupo dos doze professores como Grupo de Colaboradores.

Desses doze alunos, um de seus membros - uma professora- já lecionava matemática nas quatro últimas séries do ensino fundamental há vinte e cinco anos. Os outros tinham, em média, cinco a dez anos de atividade docente na Educação Básica. Desses, dois atuavam nas quatro séries iniciais do Ensino Fundamental e os outros tinham experiência, tanto no Ensino Fundamental como no Ensino Médio.

Esses estudantes/professores se dispuseram a contribuir com a pesquisa resolvendo e discutindo as atividades desenvolvidas pelo GEGDEG. Toda essa contribuição foi gravada em áudio, com o consentimento do grupo, e disponibilizada para reflexões no interior do GEGDEG. Foi uma forma encontrada pelo grupo de estudo para testar as atividades desenvolvidas e também buscar a participação/contribuição de professores que atuavam na Educação Básica.

Para esses professores a atividade também seria importante, uma vez que eles poderiam se inteirar de reflexões que possivelmente viriam a contribuir para sua formação e para sua prática docente. Além disso, eles poderiam ter acesso posteriormente ao espaço interativo de aprendizado de geometria que está em processo de construção, como uma

ferramenta para trabalhar geometria em ambientes informatizados. Tão logo esse espaço esteja pronto para ser utilizado, os professores colaboradores serão os primeiros a ter acesso a essa ferramenta, cujas discussões realizadas por eles contribuirão para sua construção.

Para realizar as atividades, o grupo de doze professores foi dividido em três subgrupos, cada um com quatro participantes. Para facilitar a identificação desses sujeitos no corpo do texto denominaremos os grupos de Grupo A, Grupo B e Grupo C. Os membros Grupo A, serão denominados Professor A1, ... , Professor A4, para diferenciar dos membros do GEGDEG, que foram denominados Aluno A, Aluno B... Os membros do Grupo B serão denominados Professora B1, Professor B2, ... , Professor B4 e os membros do Grupo C serão denominados Professor C1, ... , Professor C4.

A Professora B1 é a única que foi diferenciada, em gênero, dos demais, que embora recebam uma denominação no gênero masculino envolve homens e mulheres. Isso se deve ao fato de essa professora ter uma experiência profissional com durabilidade muito maior que os demais, somando um total de vinte e cinco anos de atividade docente, enquanto os outros não têm mais que dez anos de atividade no magistério. Além disso, a Professora B1 pertence a uma faixa etária que diverge da dos demais que têm idade mais ou menos parecida, variando entre vinte e cinco e trinta anos.

Na seqüência, passamos à apresentação e análise dos dados coletados.

5 GEOMETRIA DINÂMICA: EXPLORANDO A GEOMETRIA E AS POSSIBILIDADES DE UTILIZAÇÃO DIDÁTICA

Nas primeiras reuniões do grupo, observamos que as expectativas iniciais dos alunos sobre a geometria dinâmica eram de que softwares como o Cabri podem ser úteis para fazer desenhos de figuras geométricas. É provável que eles tivessem um sentimento de que as figuras representam um papel importante no ensino de geometria, pois geralmente atribuem o fato de não entenderem conceitos geométricos por não conseguirem “enxergar” os dados nas figuras¹⁶. As primeiras falas dos alunos quando se deparam com ambientes de geometria dinâmica são no sentido de que “*é possível fazer as figuras com mais facilidade agora*”¹⁷; entretanto, essa observação não está ligada aos aspectos dinâmicos das figuras, mas sim ao seu aspecto estético.

Existe uma crença, demonstrada nas falas desses alunos e de professores, como veremos adiante, de que as figuras desenhadas nesses softwares vão ficar mais “*bonitas, mais bem feitas*” e isso vai “*ajudar a compreender os conceitos e a resolver os problemas geométricos*”¹⁸. É como se o software criasse a possibilidade de construir figuras com os mesmos aspectos visuais, estéticos das figuras encontradas nos livros, com toda a riqueza de detalhes, possibilitando aos alunos ilustrarem seus trabalhos ou atividades, como pode ser observado na fala da Aluna B, reproduzida nas anotações de campo.

Aluna B: “Mas aqui, e se, por exemplo, eu quisesse salvar essa figura no Word? Isso é possível? ... Tem como eu colocar essa figura em um trabalho, por exemplo?”

Uma posição parecida, acerca do uso de softwares dinâmicos, pode ser notada na perspectiva de professores que ensinam geometria na Educação Básica e que se iniciam no uso de softwares de Geometria Dinâmica. Na atividade desenvolvida com o Grupo de Colaboradores foi possível perceber situações que reafirmam essa idéia. Com o consentimento dos professores a atividade foi gravada e eles responderam a algumas questões sobre o conhecimento que tinham do Cabri. O trecho abaixo é uma transcrição da fala de uma professora comentando sobre sua experiência com o Cabri.

¹⁶ A esse respeito, conferir (GRAVINA, 1996)

¹⁷ Perspectiva identificada pelo pesquisador em suas observações em campo.

¹⁸ Idem.

Professora B1: “Pra minha profissão, preparar minhas aulas eu ainda tive um pouco de dificuldade... eu já tive alguma noção do Cabri, já fiz algumas provas em cima do Cabri, umas foi sucesso outras não, eu não consegui realizar algumas tarefas, mas eu acho super importante esse programa, está me ajudando muito”.

É possível identificar na fala da professora elementos que caracterizam o uso das figuras construídas nos softwares de Geometria Dinâmica com função meramente ilustrativa. Nesse caso, as figuras são construídas no software para ficarem mais apresentáveis com mais qualidade gráfica e são utilizadas para ilustrar as provas. Nenhum uso do software é relatado em atividade de exploração com os alunos, em ambiente informatizado. A expressão “já fiz algumas provas em cima do Cabri” sugere a mesma concepção de uso dos softwares de Geometria Dinâmica identificada na fala da Aluna B, quando iniciou suas atividades no grupo.

Identificada essa tendência, que era também uma perspectiva de boa parte dos membros do GEGDEG, uma primeira preocupação foi procurar estimular, no interior do grupo, discussões sobre a natureza dos softwares de geometria dinâmica; o que caracteriza um software de geometria como software dinâmico? Seleccionamos então, textos, artigos e relatos de experiências que discutiam e diferenciavam a geometria convencional, trabalhada em sala de aula com quadro e giz, da geometria dinâmica, trabalhada em ambiente informatizado.

De posse dessas reflexões, as discussões no GEGDEG começavam a se alternar entre atividades de laboratório e reflexões sobre tais atividades. A pergunta que nos fazíamos nesse momento era como construir metodologias de ensino de geometria adequadas para serem usadas em ambientes informatizados. Debruçávamo-nos sobre essa tarefa, fazendo experiências no laboratório de informática alternadas com discussões no interior do grupo. Dessas reflexões identificamos duas perspectivas, sobre o uso de softwares de geometria dinâmica:

Dois são os principais aspectos didáticos de utilização dos programas: a) os alunos constroem os desenhos de objetos ou configurações, quando o objetivo é o domínio de determinados conceitos através da construção; b) recebem desenhos prontos, projetados pelo professor, sendo o objetivo a descoberta de invariantes através da experimentação e, dependendo do nível de escolaridade dos alunos, num segundo momento, trabalham as demonstrações dos resultados obtidos experimentalmente. (GRAVINA, 1996)

A realização de atividades exploratórias nas discussões do GEGDEG começou a despertar no grupo o interesse em construir um espaço onde as construções realizadas no seu

interior pudessem ser disponibilizadas como ferramentas de ensino aprendizagem. A idéia era que a segunda perspectiva, “trabalhar com desenhos prontos” seria mais adequada para iniciar um trabalho com alunos e professores e mais alinhada com os objetivos do grupo. As figuras planejadas facilitariam a nossa proposta de pensar metodologias de ensino em ambientes informatizados, pelo menos naquele momento para a realização de nossas atividades. O Aluno A, que tem um domínio de informática mais elevado, sugeriu que poderíamos criar uma página, onde disponibilizaríamos as figuras com orientações em que alunos e professores pudessem fazer uso didático dessas atividades.

Aluno A: “O problema é que com essa coisa de o estado adotar o Linux, não tem muito jeito de usar essas ferramentas lá. O Cabri, por exemplo, só roda no Windows... eu particularmente não gosto de Linux... a gente pode programar essas atividades em HTML e aí dá para usar de qualquer computador que tenha internet, independente do sistema operacional¹⁹”.

A idéia apresentada pelo Aluno A era desvincular a possibilidade de trabalhar com geometria dinâmica da presença de softwares instalados nas escolas e do sistema operacional disponível. Com uma ferramenta em HTML, bastava ter internet e as atividades poderiam ser trabalhadas em qualquer escola. Mas isso dependia de empenho em programar²⁰ as atividades desenvolvidas no grupo para convertê-las para o formato Java, uma espécie de software que decodifica animações construídas em outros softwares e possibilita manusear essas animações via internet, sem a necessidade de ter o software original, como, por exemplo, o Cabri, instalado. Mas os outros membros do grupo não sabiam programar, e não era um objetivo do grupo desenvolver esse tipo de capacitação. Assim, a tarefa de fazer tal programação ficou a cargo do Aluno A, com a orientação do pesquisador.

Essa atividade começou a se mostrar mais difícil do que o Aluno A esperava, cada programação de uma única atividade demandava mais tempo do que tínhamos disponível. Após algumas tentativas, tivemos a certeza de que não era esse o nosso objetivo mais importante no momento. Continuaríamos a refletir sobre essa idéia, mas as discussões no grupo eram mais importantes. Voltamos ao grupo com a notícia, havíamos desistido, mesmo

¹⁹ A fala do Aluno A é motivada por uma tentativa feita por ele, em trabalhar com o Cabri em uma escola onde fizera estágio. Como o Cabri não roda no Linux, sistema operacional implantado nas escolas de Minas Gerais, ele não pôde realizar a atividade planejada.

²⁰ Programar aqui, é mais que planejar, envolve trabalhar em linguagem de programação, convertendo as figuras construídas no Cabri para uma outra linguagem, no caso o Java.

que temporariamente, da idéia de programar as atividades, pois isso seria mais complicado que imaginávamos.

Aluno C: “Mas deve haver um jeito mais fácil, argumentava o Aluno C, em sites de muitas universidades existe um grande número de applets²¹ prontos, não podemos trabalhar com eles?”

Aluna B: “Mas e as nossas construções, dizia a Aluna B, seria muito bom se desse certo, o problema com os applets prontos é que nem sempre eles servem para o que estamos querendo”.

Alguns membros do grupo já estavam envolvidos demais com a idéia de divulgarem suas próprias construções, e fomos à busca de outra solução. A fala do Aluno C despertou o grupo para a possibilidade de tentar entender como outros grupos de estudos realizavam essa tarefa. Em uma pesquisa no laboratório, buscando idéias em sites de universidades, onde existiam grupos de estudos sobre novas tecnologias, fomos descobrir a ferramenta Cabri Java, que possibilitava a criação de *applets* das nossas próprias construções geométricas. Foi possível continuar com a idéia de construção da nossa página, um “espaço interativo de apoio ao processo ensino/aprendizagem de geometria”. A construção desse espaço era uma tarefa realizada pelo Aluno A e o pesquisador, e, nas reuniões do GEGDEG, discutíamos a criação de atividades que alimentariam esse espaço.

As atividades desenvolvidas e as discussões realizadas no Estudo Piloto foram objeto de reflexão no grupo – GEGDEG.

Um dos aspectos discutidos nesse estudo, e que foi alvo de reflexão no interior do GEGDEG, foi a tendência apresentada pelos professores em usar seus conhecimentos prévios para resolver os problemas propostos, ignorando as características dinâmicas do software, usando as figuras com fins meramente ilustrativos de uma idéia preconcebida. As questões desenvolvidas nessa atividade foram discutidas pelo grupo, após serem realizadas no laboratório de informática. Para ilustrar a natureza das atividades propostas e facilitar o entendimento das reflexões ocorridas no interior GEGDEG, trazemos alguns exemplos representativos de tais questões. O conjunto de todas as atividades desenvolvidas pode ser encontrado em (MIRANDA; FROTA, 2007). Essas atividades já havia sido trabalhadas no Estudo Piloto.

²¹ Applet é um programa escrito em Java, linguagem de programação que pode ser incluída em páginas HTML. Nesse formato, uma imagem dinâmica disponibilizada na internet continua dinâmica, com as mesmas propriedades que foram construídas no software original, porém não pode ser editada.

“A primeira questão pedia para se construir um segmento AB e orientava a construção de um triângulo tendo AB como base. A orientação dada foi a seguinte: Construa um segmento AB. Construa uma circunferência de centro em A e raio não muito pequeno. Construa um segmento com uma extremidade em A e a outra na circunferência construída no passo anterior (a finalidade da construção desse seguimento era servir de raio para o círculo que os alunos deveriam construir em seguida). Construa um círculo de centro em B e raio igual ao do círculo construído anteriormente. Construa um triângulo com vértices A, B e C, onde C é um dos pontos de intersecção das duas circunferências construídas anteriormente. Após os alunos realizarem as construções foram feitas as seguintes questões sobre elas: (i) justifique por que o triângulo construído era isósceles. (ii) Como modificar a construção para que o triângulo construído seja equilátero? (iii) Por que a primeira circunferência construída não poderia ter raio muito pequeno? (iv) Qual o limite da medida que o raio pode ter para que a construção ainda seja válida?”²²

Nossas críticas sobre as estratégias utilizadas pelos alunos do Estudo Piloto na resolução das atividades pesavam sobre a tendência de usarem conhecimentos prévios de geometria e não as possibilidades de interação proporcionadas pelo software.

Os alunos não se posicionaram frente ao software de forma a reconhecerem-no como um software dinâmico e se apropriarem desse dinamismo para confirmar suas respostas. Não se questionaram, por exemplo, se ao deformarem a figura o triângulo continuaria isósceles? Se as medidas apontadas pelo programa continuariam iguais? Ou seja, tudo se passa como se eles estivessem com uma figura estática e medissem seus lados com uma régua verificando a igualdade entre eles. Não se observou nenhum movimento dos alunos em tentar explorar o dinamismo do software para verificar a generalidade da construção. (MIRANDA; FROTA, 2007, p. 10)

As questões desenvolvidas no Estudo Piloto, bem como a análise apresentada pelo pesquisador começaram ser criticadas dentro do próprio grupo. As críticas eram sobre a natureza das questões. Os alunos começaram a perceber, que mesmo quando eles iam para o laboratório resolver as questões propostas se comportavam de maneira parecida com aquela apresentada pelo pesquisador como resultado do Estudo Piloto.

²² Essa questão está presente em (MIRANDA; FROTA, 2007, p. 9)

Aluno C: “Eu acho que faria da mesma forma...”

Aluna E: “O problema é que nós já conhecemos essas atividades de algum jeito...”

As falas dos alunos sugerem que, não necessariamente, as respostas representam uma surpresa. Elas sugerem uma crítica à proposição das atividades, no sentido que tais atividades não foram bem planejadas, ou seja, não estão adaptadas para serem realizadas em ambientes informatizados, com softwares de geometria dinâmica. Nesse momento, já se pode perceber um amadurecimento dos alunos, vislumbrando o uso planejado de atividades de geometria dinâmica e descolando das suas concepções iniciais. Isso fica mais evidente na fala da aluna abaixo.

Aluna D: “Aquele texto da Loureiro fala exatamente disso...não é? As atividades têm que estimular a exploração... acho que devia ser outro tipo de atividade”.

A aluna referia-se ao texto “computadores no ensino de geometria” de Cristina Loureiro em que a autora faz uma discussão sobre as figuras no ambiente de geometria dinâmica e a necessidade de se propor novos problemas.

Com a geometria dinâmica o foco está nas experiências que o aluno pode fazer sobre figuras, rigorosas, e nas conjecturas que pode fazer sobre os efeitos provocados por alterações sobre as figuras. Com a geometria dinâmica a visualização e o raciocínio visual ganham novos contornos. [...] Um dos aspectos que é defendido para a revitalização do ensino da geometria passa precisamente pela realização de novas experiências de formulação e resolução de problemas já resolvidos e pela possibilidade de expor os alunos perante uma variedade de problemas não resolvidos. (LOUREIRO, 1999, p. 44-48)

Como deveríamos construir figuras dinâmicas com o objetivo de incentivar a exploração e a interação dos alunos com os objetos geométricos, as discussões pareciam nos apontar que aquele modelo de atividade desenvolvido no Estudo Piloto não era o mais adequado. Os resultados desse estudo eram analisados no grupo sob uma perspectiva diferente.

Aluna B: “O problema não é que os alunos não interagem com as atividades, eles não experimentam por que as atividades não favorecem a experimentação”.

Essas argumentações levavam a uma reflexão sobre a natureza das questões, ou seja, começávamos a pensar se elas estariam ou não adequadas aos propósitos do trabalho, se eram adequadas para serem desenvolvidas em ambiente de geometria dinâmica. Começávamos a

nos questionar se qualquer figura geométrica, mesmo em ambientes de geometria dinâmica, incentivava a perspectiva da exploração. Mais tarde, essas discussões orientariam investigações sobre a construção de uma nova categoria de atividades e problemas geométricos no interior do grupo. Mas a observação mais importante dessa discussão era a percepção de como a participação dos alunos no grupo contribuía para o desenvolvimento de uma postura mais crítica e autônoma no uso de tecnologias como os softwares de geometria dinâmica no processo ensino aprendizagem.

Não havia consenso no grupo quanto à postura assumida pelos alunos na realização das atividades propostas no Estudo Piloto. Parte do grupo estava certo de que o problema situava-se nas questões. Mas ainda havia os que defendiam que o fato de os professores não usarem esse tipo de software com frequência e a cultura de usar figuras com fins meramente ilustrativos foi o que mais contribuiu para a postura assumida por eles frente aos problemas. Como estávamos em processo de construção de um espaço virtual de apoio ao processo ensino aprendizagem de geometria, alguns membros do grupo sugeriram continuar investigando formas de ajudar no entendimento dos conceitos e na resolução dos problemas clássicos de geometria.

Aluno F: “Os professores, quando acessarem nossa página, precisam encontrar lá questões que eles estão acostumados a trabalhar [...] se houver apenas questões exploratórias eles podem não se interessar pelas discussões e nosso trabalho não terá repercussão”.

Essa fala representa algo novo na expectativa do grupo. Um desejo de socialização das discussões e dos trabalhos realizados. Como não contávamos com a experiência de professores em exercício para nos ajudar a refletir sobre essas questões, foi exatamente nesse momento das discussões que surgiu a idéia de sugerir ao grupo que as atividades fossem discutidas com professores da Educação Básica em processo de formação. A idéia foi bem aceita no interior do grupo e passamos então a selecionar as questões que deveriam ser levadas para apreciação do Grupo de Colaboradores.

Foram propostas quatro atividades pelo GEGDEG, para serem discutidas com os professores. Desse total de atividades, duas foram repetidas da atividade aplicada no Estudo Piloto, e que já haviam sido analisadas pelo grupo, conforme comentado acima. As outras duas eram de natureza mais exploratória, adaptadas dos artigos que havíamos discutido no grupo. Analisaremos uma questão de cada modalidade, e o retorno que foi dado pelos

professores que as resolveram. As discussões foram gravadas, com o consentimento dos professores, para possibilitar reflexões futuras no interior do grupo.

A primeira questão já foi apresentada acima, mas para facilitar a leitura optamos por rerepresentá-la aqui. Esta questão foi resolvida pelos alunos do Projeto Piloto e foi analisada em (MIRANDA; FROTA, 2007, p. 9).

“Inicialmente pedia para se construir um segmento AB e orientava a construção de um triângulo tendo AB como base. A orientação dada foi a seguinte: Construa um segmento AB. Construa uma circunferência de centro em A e raio não muito pequeno. Construa um segmento com uma extremidade em A e a outra na circunferência construída no passo anterior (a finalidade da construção desse seguimento era servir de raio para o círculo que os alunos deveriam construir em seguida). Construa um círculo de centro em B e raio igual ao do círculo construído anteriormente. Construa um triângulo com vértices A, B e C, onde C é um dos pontos de intersecção das duas circunferências construídas anteriormente.

Após os alunos realizarem as construções foram feitas as seguintes questões sobre elas: (i) justifique por que o triângulo construído era isósceles. (ii) Como modificar a construção para que o triângulo construído seja equilátero? (iii) Por que a primeira circunferência construída não poderia ter raio muito pequeno? (iv) Qual o limite da medida que o raio pode ter para que a construção ainda seja válida?”

A segunda questão foi adaptada de (LOUREIRO, 1999) e foi proposta da forma que se segue:

Vislumbrando novas possibilidades

“Um bissectograma é o quadrilátero que se obtém por intersecção das bissetrizes dos quatro ângulos de um quadrilátero”.²³ Veja a figura abaixo.

²³Extraído de Loureiro (1999).

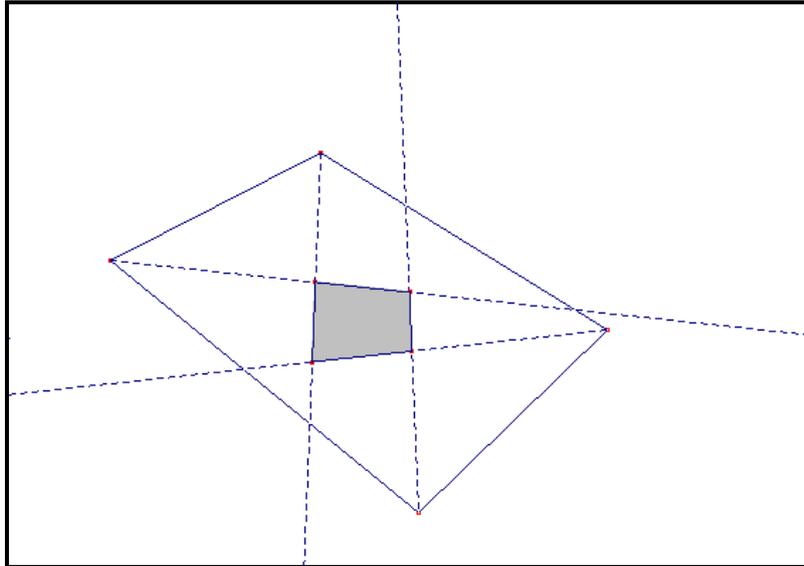


Figura 1: Resolução de atividade
Fonte: Adaptada de Loureiro (1999)

Nem sempre o bissectograma existe, pois para alguns quadriláteros se reduz a um ponto. Que relação é possível estabelecer entre a degeneração do bissectograma em um ponto e o quadrilátero original?

Para alguns quadriláteros o bissectograma é um quadrilátero particular. Que relação existe entre o quadrilátero original e o bissectograma?

Para um paralelogramo, por exemplo? E isso não dependerá do paralelogramo? Por que é que isso acontece?

O que irá acontecer com o bissectograma se o quadrilátero inicial for um retângulo? E se o quadrilátero for um quadrado?

E para um trapézio isósceles?

Em que situação se poderá obter como bissectograma um losango que não seja um quadrado? Por quê?

Para responder às questões acima, construa o bissectograma no Cabri e abuse das possibilidades de interação que o software permite.

Você é capaz de demonstrar algum dos resultados a que chegou?

Para resolver as atividades, conforme mencionamos anteriormente, a turma se dividiu em três grupos, cada um com quatro alunos. Analisando as estratégias utilizadas pelos grupos para resolver as atividades percebemos que eles se posicionavam de forma muito parecida no

enfrentamento dos dois tipos de questão, ou seja, não percebemos diferenças significativas na forma como cada grupo se comportava no enfrentamento das questões do tipo mais clássico e das questões que denominamos exploratórias. Ressaltamos, entretanto, que as estratégias são muito diferentes se comparamos um grupo com o outro.

O Grupo A era formado por quatro alunos jovens, com idade variando entre 25 e trinta anos, são professores da educação básica há pouco tempo, no máximo cinco anos. Resolveram praticamente todas as questões propostas. As figuras que apresentamos abaixo (Figuras 2-9) são meramente ilustrativas dos trabalhos realizados, uma vez que sendo figuras dinâmicas as conclusões a que chegaram são fruto da exploração de tais figuras. O aspecto estático das figuras apresentadas abaixo como ilustração não dão a precisa idéia dos debates ocorridos no enfrentamento das questões, por isso optamos por trazer algumas partes diálogo estabelecido entre os alunos no momento da realização das atividades.

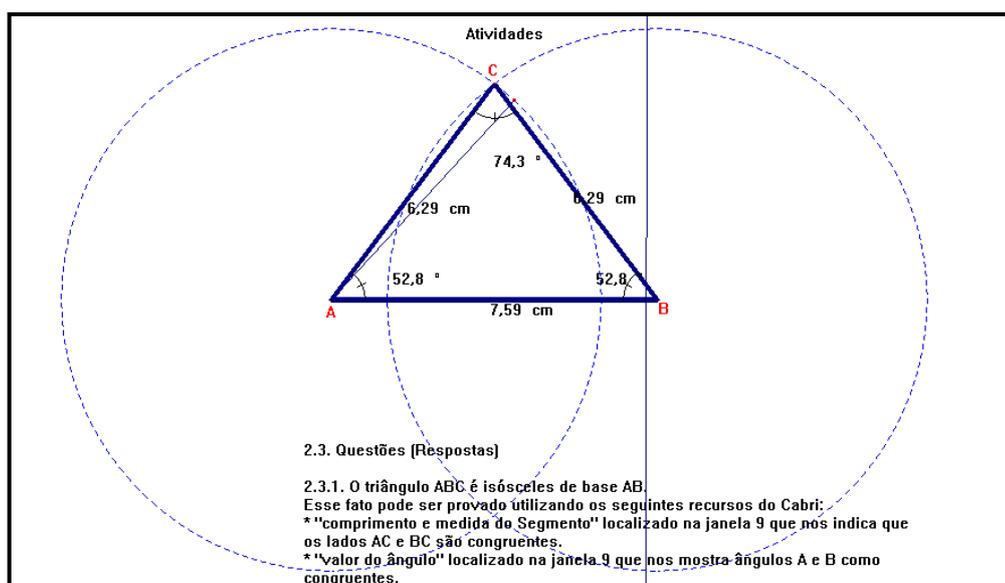


Figura 2: Resolução de atividades Grupo A
Fonte: Dados da pesquisa

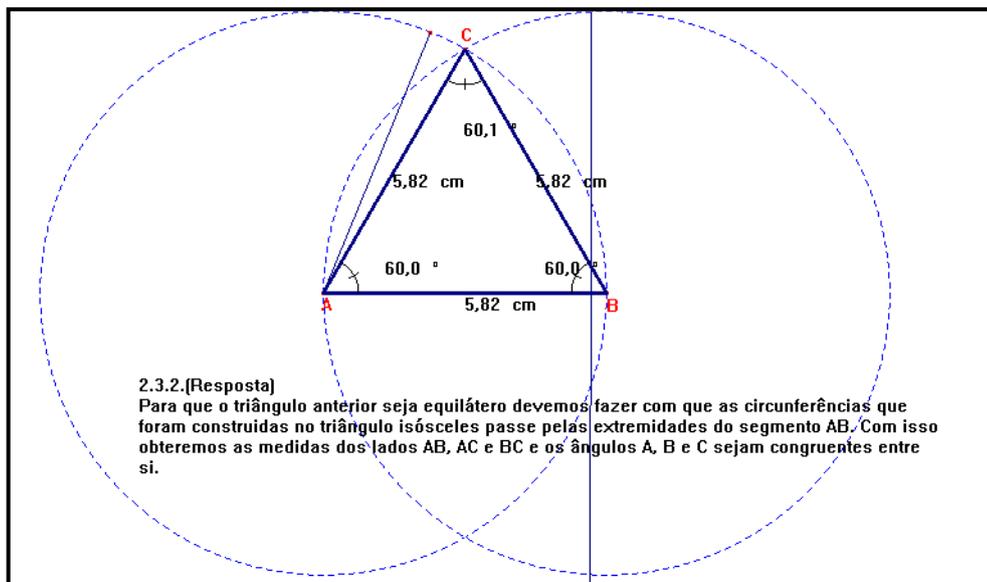


Figura 3: Resolução de atividades Grupo A
 Fonte: Dados da pesquisa

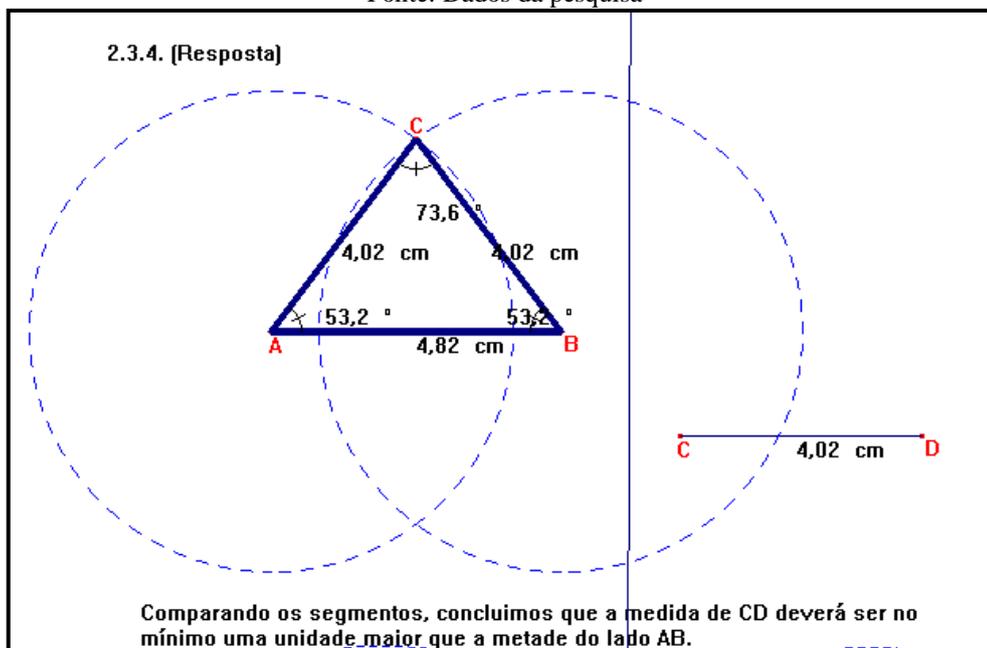


Figura 4: Resolução de atividades Grupo A
 Fonte: Dados da pesquisa

Analisando as soluções apresentadas pelo Grupo A, notamos que eles fazem uso das ferramentas do Cabri para apresentarem suas conclusões. Desde o início eles vão à busca dos recursos que o software oferece para manusear a figura; a partir das observações visuais e das explorações realizadas com os recursos dinâmicos do programa eles vão anotando suas conclusões. Essa perspectiva fica evidenciada na fala dos alunos que compõem o Grupo A. A transcrição inteira da discussão desses alunos pode dar a precisa idéia de como eles debateram

no grupo para apresentar suas conclusões. Apontaremos algumas partes desse debate, aquelas que foram mais significativas para nós. Como já foi colocado acima, os colaboradores do Grupo A serão designados por Professor A1, Professor A2, etc.

Pesquisador: *Essa construção que vocês fizeram, é..., vocês poderiam ter feito essa mesma construção usando um compasso e uma régua. Qual a diferença entre fazer essa construção aí no software e fazer num pedaço de papel?*

Nesse momento, os alunos já haviam concluído a atividade. Como o pesquisador não pôde estar junto deles o tempo todo, pois havia outros grupos trabalhando, o pesquisador tentou fazer uma espécie de entrevista, no meio da aula, para registrar o áudio dos procedimentos adotados pelos alunos.

Professor A3: *Uai, uma diferença é que o software já oferece todas as ferramentas lá né, do contrário você teria que ter uma régua, um transferidor, um compasso... aí também você pode analisar a figura né, você pode movimentar a figura, com isso os ângulos vão se alterando, a figura vai se alterando.*

Pesquisador: *Essa construção é sempre possível?*

Professor A1: *Construir um triângulo isósceles?*

Pesquisador: *Não, essa construção, dado um segmento AB e uma circunferência, construir o triângulo.*

Professor A1: *É, desde que a primeira circunferência exceda o meio do segmento que foi dado.*

Professor A2: *É que a soma dos lados aqui tem que ser maior que a medida da base aqui.*

Professor A3: *O raio da circunferência tem que ser maior né, que a metade da medida do segmento AB.*

Professor A2: *Na verdade não precisa ser maior não, até menor pode ser, se esse²⁴ raio aqui for um pouquinho menor, mas só que a soma desse raio com o raio da outra circunferência que foi criada, se somar esse... com esse aqui der maior do que esse....*

Professor A1: *Mas presta atenção, você não vai querer (interrompido) não é (interrompido) a circunferência que você*

²⁴ O Professor A2 fala apontando para o desenho na tela do computador.

construiu primeiro de centro em A, se o raio dela for menor que metade do segmento AB, eu não vou ter uma circunferência não. Eu não vou construir a outra não é com o mesmo raio?

O pesquisador sugere que os alunos voltem ao computador, interajam mais uma vez com a figura e tentem chegar a um consenso.

Professor A2: *Mas o que eu estou percebendo é o seguinte, eu falei que quando você pegava aqui, a soma dos raios das duas circunferências aí dava a soma, que fosse maior do que isso aqui...(aponta para o segmento AB) aqui oh! Aqui deu 3,25 com 3,25 tá dando 3,50 que é que é menor que 3,69... eu vou aumentar um pouquinho aqui oh! Se você pegar os dois raios somados e der maior do que isso aqui oh! O triângulo vai ser formado²⁵.*

Professor A1: *Mas você lembra que você falou que o raio poderia ser menor do que o raio (referia-se a metade do segmento AB) o que ele falou vale, mas só que para o triângulo isósceles não.*

Professor A2: *vale para qualquer triângulo, esse aqui é isósceles ué, 3,56 e 3,56 (aponta as medidas dos lados do triângulo).*

A discussão era em torno da validade da solução, mas os dois alunos viam a figura sob perspectivas diferentes. Um comparava o raio da circunferência com metade do segmento AB, o outro comparava a soma dos raios das suas circunferências com o segmento AB inteiro. Mais tarde, embora com a interferência do pesquisador, eles chegariam a um consenso, mas o fato de terem um software dinâmico e poderem experimentar e perceber em tempo real as conseqüências de suas experimentações favoreceu as conclusões a que chegaram.

Professor A1: *o que você falou não foi isso, você falou que esse raio (apontando o raio na tela do computador) poderia ser menor, desde que a soma dos dois raios desse maior do que o segmento AB.*

Professor A2: *Ah! tá, é verdade, vou consertar o que eu disse, vou falar o seguinte, o raio da circunferência pode ser menor do que o segmento (agora se refere ao segmento AB inteiro) aqui, o segmento aqui é 6,99 (aponta o segmento na tela) o raio é 3,56, eu falei que a soma do raio de uma circunferência (dizia sobre a soma dos raios das*

²⁵ Estão discutindo sobre a Figura 4, nesse caso CD representa o raio das duas circunferências. Os valores que aparecem na ilustração não correspondem à fala do Professor A2, pois como eles manusearam a figura posteriormente esses valores alteraram.

*duas circunferências) pode ser menor que o segmento, desde que a soma dos dois dê maior do que o segmento AB.*²⁶

Embora a discussão tenha sido em grupo, cada um dos alunos dispunha de um computador no qual podia fazer suas próprias experiências e voltar ao debate no grupo. Os computadores eram organizados em filas de quatro máquinas, lado a lado, o que foi um fator determinante na formação dos grupos de quatro alunos/professores cada.

O Grupo B era formado por quatro alunas, uma delas mais experiente, com vinte e cinco anos de exercício no magistério como professora do Ensino Fundamental, quatro últimas séries. Essa professora conduzia a resolução das atividades e, de certa forma, influenciou as estratégias desenvolvidas pelo grupo para resolver a questão.

Esse grupo teve um comportamento muito parecido àquele apresentado pelos alunos no Estudo Piloto. Ou seja, eles desenharam a figura, mas recorreram muito mais aos seus conhecimentos de geometria para responder às questões, e não tiveram a mesma atitude de interagir com o software percebida no Grupo A. A linguagem usada pela Professora – tese, hipótese – sugere que ela já busca, nos seus conhecimentos prévios e não na exploração das figuras dinâmicas os elementos para responder ao que foi pedido. Essa professora já foi caracterizada acima e foi a única a falar espontaneamente no seu grupo, os outros membros apenas confirmavam sua fala.

Professora B1: *É mais ou menos isso?*

Pesquisador: *o que é isso?*

Professora B1: *respondendo a 2.3.1. Não precisa explicar tudo que eu fiz aqui para montar a figura não, só a justificativa né?*

Pesquisador: *me conta aí, o que você fez?*

Professora B1: *pode ler tudo?*

Pesquisador: *Pode.*

Professora B1: *Eu pus como hipótese né, ... foi dado como hipótese, com ajuda do programa Cabri, e pediu de acordo com determinadas janelas, construção do segmento AB, ponto A foi construída uma circunferência, ponta foi construído um segmento até qualquer ponto da circunferência..., com isso construiu um triângulo ABC onde C é o ponto de intersecção das duas circunferências. Como tese, provar que*

²⁶ Os dados numéricos percebidos na discussão não correspondem às figuras apresentadas nas ilustrações. Uma vez que são figuras dinâmicas e os alunos continuaram a manuseá-las após a gravação essas figuras foram deformadas.

o triângulo ABC é isósceles. Então, de acordo com as informações do Cabri, fui na janela comprimento e distância e medi as distâncias AB e BC e verifiquei que os lados são congruentes (referia-se aos lados AC e BC do triângulo construído), descobri também que as duas circunferências têm o mesmo raio. Outro detalhe foi quando fiz a marcação dos ângulos, onde os ângulos da base são congruentes. Logo podemos concluir que o triângulo ABC de base AB é isósceles.

Esse posicionamento, assumido pelo grupo, possivelmente está ligado a uma prática docente, que não acompanhou as alterações propostas pelas possibilidades oferecidas pelos novos recursos tecnológicos. A Professora B1 que se manifesta no grupo tem um longo período de exercício no magistério e mantém o controle das discussões no interior do grupo. O reconhecimento dos outros membros do grupo de que ela conhece o assunto em pauta, no caso a geometria, inibe a discussão. O conhecimento prévio dessa professora faz com que ela seja tida como uma autoridade dentro do grupo e controle a discussão. Os seus conhecimentos prévios sobre a geometria são os elementos mais valorizados na resolução da atividade, o que possivelmente inibe o grupo de procurar outras estratégias de enfrentamento do problema. A interação com o software e mesmo com o grupo não é observada, muito mais que experimentar com as figuras dinâmicas, a influência da Professora B1 leva os elementos do grupo a procurarem argumentos nos textos de geometria²⁷ para resolver o problema.

Esse padrão de comportamento é observado por pesquisadores, como Nitzke e Franco (2002), Attie (2003). Percebemos nesse exemplo como o modelo tradicional precisa ser readaptado, pois o controle exagerado e o foco da discussão em uma pessoa, que supostamente é a “fonte única de saber” pode inibir a apropriação e exploração dos recursos trazidos pelas novas tecnologias. Tal postura vai ao encontro dos objetivos mais comumente colocados para o uso das TIC, além de se mostrar inadequada para o trabalho com tais tecnologias.

Diversos autores apontam a introdução destas novas tecnologias como sendo a panacéia para todos os males da Educação. No entanto, o panorama mais freqüentemente encontrado, principalmente nas áreas tecnológicas, é a simples transposição da prática tradicional para o meio digital, mantendo um modelo pouco flexível e de transmissão, que trata os alunos de forma uniforme e tendo o professor como fonte única do saber. (NITZKE; FRANCO, 2002, p. 1)

²⁷ Não estamos fazendo aqui nenhuma oposição à pesquisa nos livros de geometria. Tal postura é fundamental para o aprendizado; entretanto, destacamos que naquele momento a busca de respostas nos livros representava uma fuga do espaço interativo, deixando de propor soluções para se agarrar à “segurança” do conhecimento consolidado nos livros.

O Grupo C era formado por quatro jovens, também com idade entre vinte e cinco e trinta anos e com experiência de, aproximadamente, cinco anos de magistério. Os alunos desse grupo tinham características parecidas com as do Grupo A, ou seja, eles buscavam utilizar as ferramentas do software para explorar as atividades.

As conclusões alcançadas por esse grupo foram provenientes dessa exploração, entretanto, os debates não foram tão intensos como no Grupo A. Uma questão importante a ser ressaltada é que nesse grupo houve, a todo instante, negociação dos resultados entre os seus membros, ou seja, antes de apresentar uma resposta, esta era discutida e validada no interior do grupo. Talvez o uso do gravador tenha deixado inibidos os membros dessa equipe.

As discussões que ocorreram internamente no grupo constituem um aspecto importante do trabalho em ambiente informatizado, o que ficou evidenciado na pesquisa. Embora cada um dos alunos professores tivesse à sua disposição um computador para realizar suas atividades, houve uma movimentação intensa entre os membros do grupo, no sentido de um ajudar ou analisar os trabalhos do outro. Era possível notar o tempo todo nesse grupo um “vai-e-vem”, cada um apontava na tela para as construções que havia feito e ao final acordavam sobre um resultado que pretendiam apresentar. A sala informatizada parece favorecer essa dinâmica de interação entre os alunos, rompendo com o clima de individualismo e isolamento, muito freqüente nos ambientes convencionais de ensino. O comportamento do Grupo C evidencia não haver apenas uma interação entre os alunos e os softwares, mas incentiva uma maior interação entre os próprios alunos.

Esse movimento, que em uma sala de aula convencional poderia ser confundido com falta de organização, é bastante natural em salas informatizadas. Tivemos essa percepção em todas as atividades dessa natureza que realizamos ao longo da pesquisa, quer seja no Estudo Piloto (que envolveu alunos do Curso de especialização), quer nas reuniões do GEGDEG (alunos da FEVALE) ou mesmo nas atividades com o Grupo de Colaboradores (estudantes/professores). Embora essa movimentação às vezes tenha nos assustado, percebemos que as atividades despertaram grande interesse nos sujeitos que investigamos ao longo da pesquisa.

***Pesquisador:** como fizeram para verificar se o triângulo era realmente isósceles?*

***Professor CI:** Nós fomos na janela 9, usamos a ferramenta distância e comprimento e verificamos que os lados eram congruentes. Depois,*

nós movimentamos os pontos e verificamos que as distâncias são sempre iguais, em qualquer lugar que colocamos os pontos. (nesse momento, movimentando a figura os alunos se surpreendem vendo que o triângulo desapareceu)

Pesquisador: E agora? A figura sumiu.

Professor C2: É que agora o raio da circunferência é menor que o segmento AB. (está se referindo à soma dos raios das duas circunferências, pois usa a calculadora do programa, que também é dinâmica para observar esse fato).

Pesquisador: O que vocês estão achando de trabalhar com software de geometria dinâmica?

Professor C3: Para mim está sendo uma novidade e tanto, primeiro porque eu não conheço computador, está sendo bom por dois lados, primeiro porque estou aprendendo matemática e depois porque estou conhecendo o computador.

Pesquisador: Fazendo essa construção vocês descobriram alguma coisa nova? O que vocês acharam mais legal?

Professora C4: A construção, a movimentação, dá para enxergar belezinha. Os desenhos ficam perfeitos.

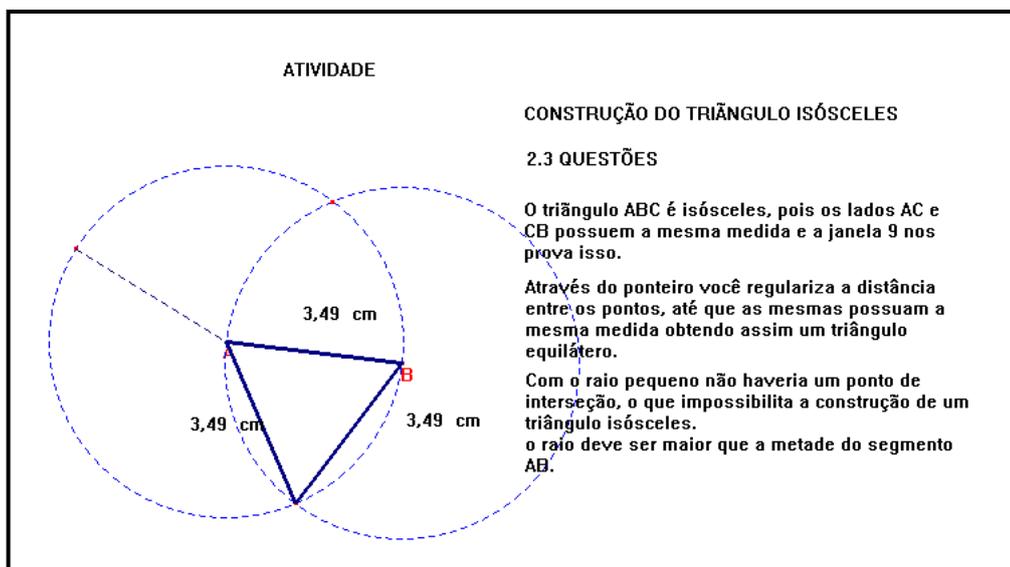


Figura 5: Resolução de atividades Grupo C
Fonte: Dados da pesquisa

Para a segunda atividade, o Grupo A teve a mesma postura, seus membros discutiram as possibilidades, negociaram suas respostas, e chegaram a um consenso ao final, depois de

muita discussão. O Grupo B e o Grupo C não realizaram a segunda atividade, os estudantes/professores ficaram de enviar depois, por e-mail, mas não o fizeram.

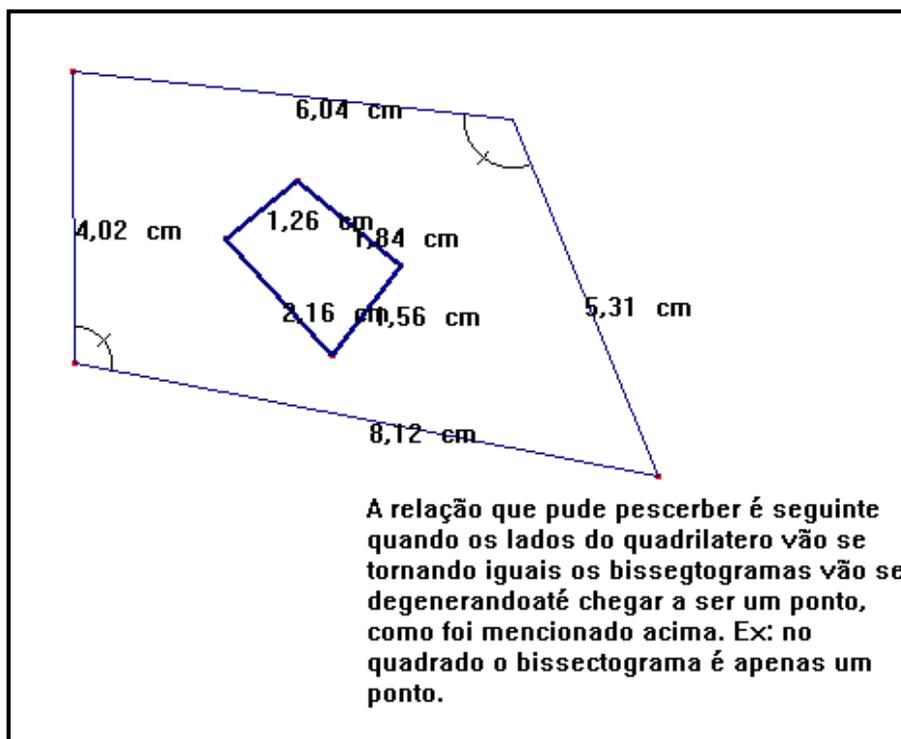


Figura 6: Resolução de atividades Grupo A
Fonte: Dados da pesquisa

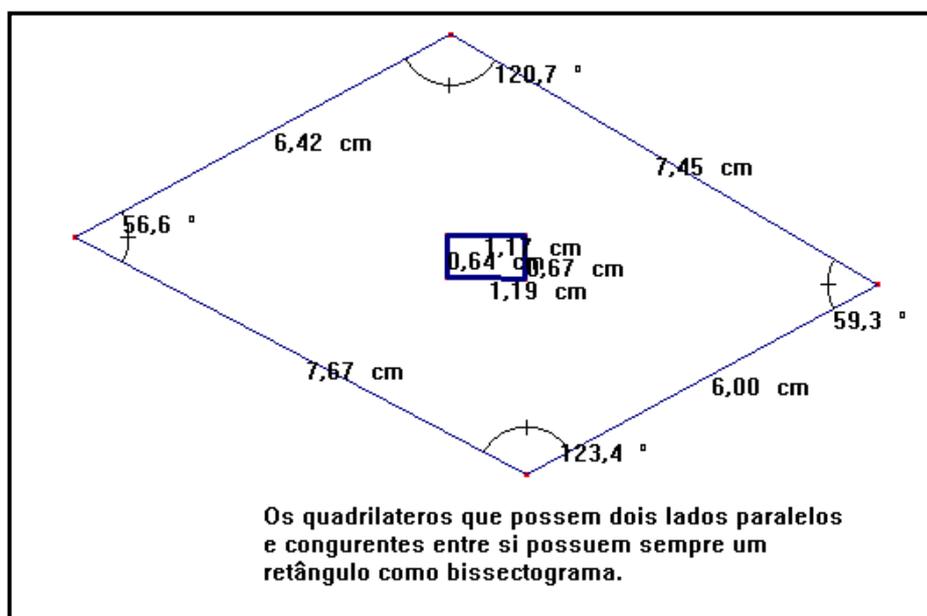


Figura 7: Resolução de atividades Grupo A
Fonte: Dados da pesquisa

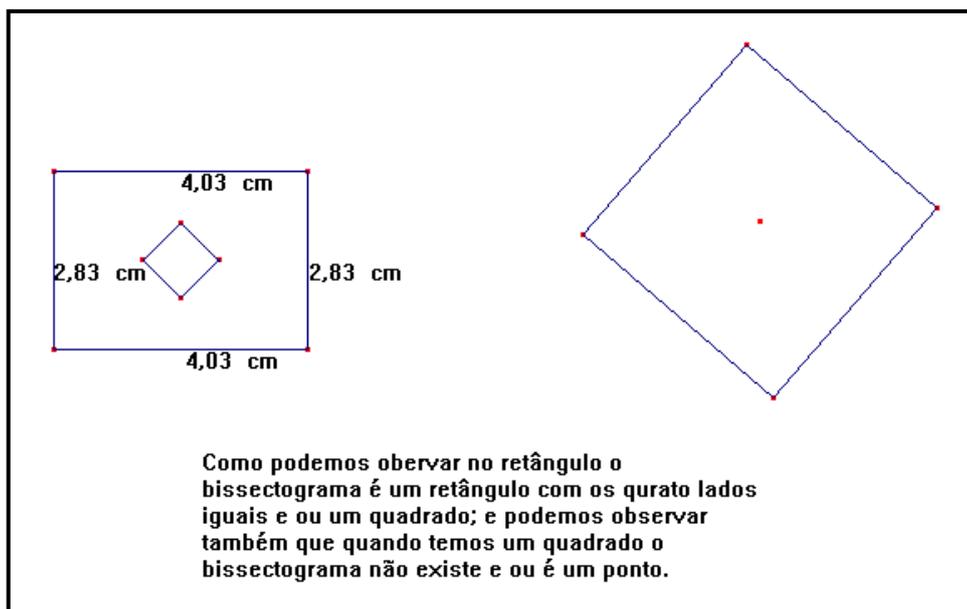


Figura 8: Resolução de atividades Grupo A

Fonte: Dados da pesquisa

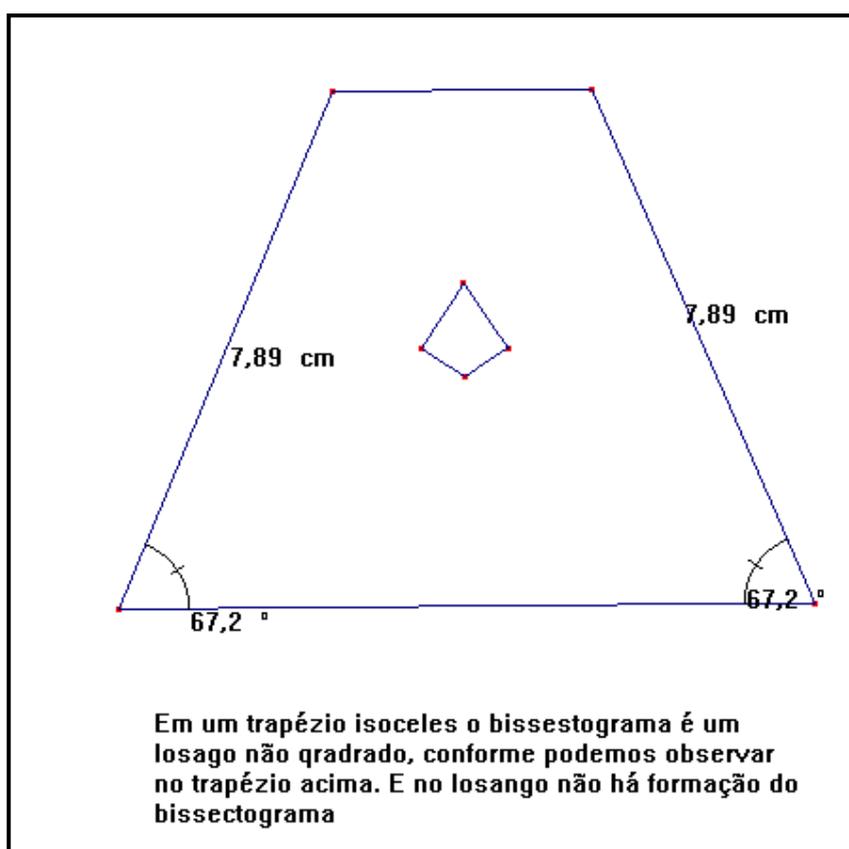


Figura 9: Resolução de atividades Grupo A

Fonte: Dados da pesquisa

Não temos como saber qual seria a atitude dos alunos dos Grupos B e C em relação a essa segunda atividade. Infelizmente, eles não a concluíram, mas certamente, nesse caso não

poderiam tirar suas conclusões de informações preconcebidas; a atividade, de alguma maneira, exige que os alunos deformem a figura para responderem às questões propostas. Nesse sentido, os alunos do GEGDEG tinham razão, questões como a do bissectograma são mais bem adaptadas para um início de trabalho com softwares de geometria dinâmica. Embora, existam outras questões a serem pensadas, como por exemplo, por que os alunos do Grupo A interagiram mais com as figuras dinâmicas? O objetivo da nossa análise é outro, interessam-nos mais as discussões que as respostas dos alunos provocaram no interior do GEGDEG.

No GEGDEG, as atividades trazidas para discussão não resolveram o impasse sobre quais são os tipos de atividades mais adequadas para trabalhar em geometria dinâmica. O grupo continuava pensando que os dois tipos de atividades eram importantes e resolvemos que no espaço interativo de discussão, deveríamos disponibilizar as duas categorias de atividades.

Aluno E: “Precisamos de mais elementos para investigar, de mais retorno por parte dos alunos e de professores que usem o nosso espaço”.

Pesquisador: “Seria possível obter informações sobre como as pessoas resolvem essa atividade no site”?

Aluno A: Isso é fácil, nós podemos criar um banco de dados, as pessoas podem resolver as atividades no site e enviar as repostas... criamos um formulário, um lugar onde eles podem escrever o que descobriram... isso pode ser enviado e a gente captura tudo em um banco de dados, depois nós podemos analisar”.

Os alunos vislumbravam a possibilidade de coletar informações no site para fazer pesquisa. No futuro, de posse das informações que retornarem para o banco de dados, poderão criar categorias de respostas, poderão ainda melhorar os exercícios, ou mesmo criar exercícios novos. Além disso, poderão usar esses dados na monografia, objetivo inicial da entrada de alguns para o grupo. Nesse momento, os alunos estão em um período de observação das atividades de professores nas escolas, como parte do projeto de estágio na licenciatura, pois, no próximo semestre eles farão a outra etapa do estágio, a parte de regência. Eles já planejam a utilização do site em fase de aprimoramento para trabalhar geometria com os alunos do ensino fundamental.

Para facilitar a inserção autônoma das atividades no site, esse mecanismo foi automatizado, como uma sugestão do Aluno A, nosso programador. Assim, os outros membros do grupo podem inserir exercícios a qualquer tempo, sem depender do programador, bastando para isso ter uma senha de inserção de dados.

Aluno A: “Eles podem criar as atividades em casa mesmo, abrir a internet e fazer upload dos arquivos. Já está tudo configurado”.

Esses mecanismos serão vistos na apresentação do site, que consta como anexo a essa dissertação e se configura como o produto de uso didático imediato, exigência do mestrado profissional.

A intenção dos alunos do grupo em planejarem suas atividades de estágio na perspectiva do uso da tecnologia e as tentativas que têm feito de convencerem os professores a realizar atividades em laboratório com os seus alunos são indícios de que a relação desses alunos com a tecnologia em suas atividades futuras como professores será diferente. Eles apresentam disposição para pesquisar sobre essas tecnologias, desenvolvem atividades e discutem as possibilidades de uso, pensam a tecnologia como parte integrante do seu fazer pedagógico e não apenas como atividades esporádicas.

Ponte, Oliveira e Varandas (2002), baseados em um estudo de Robinson e Milligan (1997) afirmam que as TIC podem influenciar fortemente as percepções dos futuros professores acerca da tecnologia e das estratégias de ensino. *“Os resultados deste estudo mostraram que os formandos mudaram as suas crenças acerca do ambiente da aula, dos papéis do professor e dos alunos, e das estratégias de ensino”.* (p. 2). Os dados da nossa pesquisa indicam que essas mudanças estão acontecendo também com os alunos do GEGDEG, haja vista as estratégias que têm criado para ensinar geometria em ambientes informatizados, a necessidade que têm sentido de trabalhar em cooperação com professores experientes e o desejo de socializarem as suas produções, compartilhando-as com outros interessados na internet.

Embora a parte de desenvolvimento da ferramenta, no caso, o site, tenha sido feita de maneira isolada, todos os membros do GEGDEG contribuíram para o seu desenvolvimento, na medida em que demandaram adaptação das ferramentas às suas necessidades e às discussões realizadas com eles foram fundamentais para que o site fosse o que é. O mais importante não seria desenvolver habilidades de programação, como reconhece o próprio Aluno A, mas sim planejar atividades, ajudar a “desenhar” o espaço para que ele fique com as

características desejadas, dar informações, fazer críticas, experiências, como as que são realizadas no interior do grupo.

Todas as atividades desenvolvidas no grupo são hoje uma influência forte do que esses alunos entendem sobre o uso de softwares de geometria dinâmica no ensino, sobre o que pensam acerca das TIC's na escola. As experiências desenvolvidas no GEGDEG sugerem que é necessário, nos cursos de formação de professores, atividades que possibilitem aos alunos vivenciarem de forma mais efetiva o uso dessas novas tecnologias em seu processo de formação. Todos os membros do grupo estão escrevendo projetos de monografia na área de novas tecnologias e ensino de geometria, sob a orientação do pesquisador. A expectativa é que futuramente, como professores, esses alunos continuem interagindo com o grupo e ele possa evoluir para um grupo efetivamente colaborativo de investigação.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho apresentamos a pesquisa realizada como parte integrante do Programa de Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. Os resultados demonstram que a realização de atividades coletivas como a formação de grupos de discussão são uma perspectiva promissora para a formação inicial de professores. Embora tenhamos acompanhado as atividades por um período em que o grupo estava no início do desenvolvimento de seus trabalhos, foi possível verificar uma tendência de mudança de comportamento dos alunos envolvidos. Esses alunos, desde o início do trabalho, assumem uma postura mais crítica e autônoma frente ao uso das TIC, principalmente no que se refere ao uso de softwares de Geometria Dinâmica como recurso didático para o ensino de geometria. Também demonstraram interesse em socializar suas produções, criando espaços próprios de divulgação e interação com outros professores e alunos através da rede de computadores.

O espaço, desenvolvido no interior do grupo de estudos, em fase de aprimoramento, é uma produção com perspectivas promissoras de uso didático, tanto nas atividades dos próprios membros do grupo, como para outros usuários da internet. No presente momento esse espaço ainda não é aberto ao público, devido ao fato de algumas de suas ferramentas ainda funcionarem em estágio experimental. Entretanto, é intenção do grupo socializar essa ferramenta, compartilhando-a com os professores de matemática da região onde a pesquisa foi realizada, bem como com outros usuários que tomarem conhecimento desta ferramenta através de sites de busca ou congressos onde ela possa ser apresentada.

Além das atividades que estão sendo disponibilizadas para uso direto de professores e alunos, esse site constitui-se também como um espaço de publicação e socialização de produções do grupo e conta com uma ferramenta de captura em um banco de dados, de domínio do grupo, de procedimentos e comentários dos usuários que, por ventura, venham resolver as atividades. Uma vez armazenados no banco de dados esses relatórios poderão viabilizar a realização de pesquisas futuras sobre o ensino de geometria e o uso didático de ferramentas de geometria dinâmica.

Uma apresentação mais detalhada do espaço descrito acima se encontra em anexo nessa dissertação.

Percebemos ao longo da pesquisa, que os professores de matemática precisam ser melhor preparados para lidarem com as novas ferramentas tecnológicas, cada vez mais presentes nos espaços escolares. Chamou-nos a atenção o fato de que as “velhas” práticas de ensino baseadas no controle, tanto no que tange aos ritmos de aprendizagem quanto em relação à seleção do que se ensina e se aprende, não se adéquam às novas ferramentas, como por exemplo, os softwares de geometria dinâmica. As possibilidades de interação com os objetos de estudo abrem caminhos para a imaginação dos alunos e os rumos das discussões fogem ao controle dos professores. Características como a habilidade de lidar com o inesperado, de improvisar e de estar disposto a aprender sempre, devem fazer parte do perfil dos futuros professores. Não é mais possível ser o detentor (“exclusivo”) do conhecimento uma vez que o que se aprende, extrapola os limites das páginas dos livros. Muitas vezes, o inesperado é o mais freqüente em uma aula em ambiente informatizado, as dúvidas dos alunos são, comumente, dúvidas dos professores e estes devem estar dispostos a se empenhar na tarefa de investigar junto com aqueles na tentativa de solucionar os problemas que se apresentam.

Além das possibilidades de interação e investigação que dão mais liberdade aos aprendizes de matemática com o uso das novas tecnologias de informação e comunicação, existe ainda a questão do acelerado ritmo de mudanças experimentadas por essas ferramentas. As indústrias dos softwares e dos aparelhos de informática lançam no mercado de forma contínua e acelerada novos produtos que são rapidamente incorporados por diversos setores da sociedade. Ferramentas mais eficientes, produtos mais modernos, rapidamente chegam ao alcance dos alunos que demonstram interesse e habilidade em lidar com eles. Esse conjunto de fatores transforma a maneira de aprender e de disponibilizar as produções científicas o tempo todo. A internet, por exemplo, a cada dia moderniza os espaços de pesquisa, os mecanismos de publicação e de interação entre as pessoas. O distanciamento dessas novidades pode provocar uma enorme defasagem de conhecimentos nos futuros professores, caso eles não estejam preparados para acompanhar o ritmo acelerado das mudanças provocadas.

Dessa forma, a formação de professores deve perspectivar a disposição para continuar aprendendo, sob pena de que os seus conhecimentos rapidamente se tornem obsoletos. Uma possibilidade de minimizar os impactos dessa defasagem de conhecimentos é o desenvolvimento de uma cultura de colaboração. A formação dos futuros professores precisa, mais do que nunca, desenvolver esse hábito, uma vez que a troca de experiências e o trabalho

em equipe pode se configurar como a maneira mais eficiente de se estar atento e inteirado das novidades que se apresentam.

Nas atividades do grupo de pesquisa ficou evidente que o trabalho em equipe favorece o desenvolvimento da autonomia no uso das novas ferramentas tecnológicas e estimula os futuros professores na busca de incorporar tais ferramentas em suas práticas pedagógicas futuras.

O trabalho teve como ponto principal a evolução da maturidade do grupo em que se pôde perceber nos alunos indícios da passagem de meros consumidores de tecnologia para produtores de situações didáticas envolvendo o uso de tecnologias. Desenvolveram estratégias próprias e mecanismos de ação em face aos novos recursos tecnológicos, indicando apresentarem maior interesse e maior autonomia no uso de tais recursos. Pode-se dizer que os alunos do grupo incorporaram a tecnologia como uma ferramenta de uso constante em seu processo de ensino e aprendizagem de geometria e indicaram assumir uma postura positiva com relação ao uso de tais recursos. Sendo assim, observamos que na medida em que vão conhecendo melhor as tecnologias e suas potencialidades vão se tornando mais autônomos e desenvolvendo metodologias próprias de trabalho.

Outro aspecto revelado pela pesquisa foi a tendência de se trabalhar em uma perspectiva colaborativa, envolvendo outros membros nos processos de investigação e socialização das descobertas. Essa tendência, apontada nas pesquisas científicas como um forte fator de influência no processo de mudanças de atitude, de concepções e de transformação da prática educativa é observada em vários momentos da pesquisa. Como exemplificação do afirmado anteriormente, pôde-se observar que os alunos participantes do grupo fizeram propostas coletivas de utilização do espaço interativo de aprendizagem de geometria, um site com atividades didáticas desenvolvidas no grupo. Em suas atividades de estágio supervisionado apresentaram a proposta de trabalhar em laboratório de informática aos professores regentes e planejaram atividades de discussão envolvendo, inclusive, escolas de municípios diferentes, programando visitas dos colegas para acompanharem as atividades desenvolvidas. Essa proposta de trabalho, que consta como meta dos alunos está prevista para o segundo semestre do ano de 2008.

A partir daí pôde-se inferir também que a relevância acadêmica do presente trabalho se justifica pelo fato do mesmo se configurar como uma proposta inovadora de formação de professores, buscando práticas alternativas para envolver os futuros professores em processos de investigação e socialização de trabalhos no campo da Geometria Dinâmica. Tal atitude

busca responder às críticas que vêm sendo feitas, tanto em relação à má qualidade do ensino de geometria quanto em relação ao despreparo dos professores para lidarem com os novos recursos tecnológicos de forma autônoma.

Esperamos que, ao ganhar confiança e independência no uso de tais tecnologias, os membros do GEGDEG possam contribuir para ajudar a melhorar a qualidade do ensino de Geometria. Esperamos ainda, que as experiências adquiridas em sua participação nas atividades do grupo possam ajudá-los a desenvolver, em suas futuras práticas educativas como professores de matemática, grupos colaborativos de discussão; e, ainda que tais práticas possam ajudar a construir uma rede de produção de conhecimentos de modo a garantir a socialização/reflexão acerca dos mesmos. Tal perspectiva seria de fundamental importância para que professores em exercício, que não tiveram oportunidade de participar de processos de formação como esse, possam compreender e incorporar as novas tecnologias no seu fazer pedagógico.

Embora a experiência aqui apresentada refira-se apenas a um pequeno grupo de alunos e tenha sido compartilhada com poucos professores, pode-se inferir que a metodologia adotada no decorrer da pesquisa, oportuniza que se pensem processos mais amplos de formação de professores. Sugere-se, pois, que, a partir de uma micro-estrutura, como a estudada, possam se adequar propostas que propiciem uma formação mais ampla para os futuros professores de matemática.

Certamente essa experiência poderia ter sido mais produtiva caso pudesse contar com a participação de professores em exercício, com experiência nos trabalhos de sala de aula e conhecedores dos problemas de ensino de geometria. Foi essa a idéia inicial, agrupar alunos do curso de licenciatura e professores experientes em um processo de discussão. Entretanto, não se obteve sucesso nessa tentativa, uma vez que os professores convidados não puderam integrar o grupo, quer por questões relativas ao tempo livre para esse tipo de atividade, quer por se sentirem desinteressados pela própria temática.

Embora se tenha procurado, em várias ocasiões, envolver os professores da Educação Básica no processo de discussão, a participação efetiva desses professores não foi alcançada. Embora os professores tenham apresentado justificativas para suas ausências e para a não participação no grupo ou em processos de formação dessa natureza, acreditamos que essa questão merece uma investigação mais sistemática. Sendo assim, apontamos como uma possível questão de pesquisa as dificuldades encontradas por professores em exercício na Educação Básica para participarem de grupos de discussão sobre temáticas específicas. Faz-se

urgente o entendimento dessa questão de forma mais ampla para a promoção de processos de qualificação mais adequados e exequíveis.

Há que se ressaltar que se faz urgente repensar os cursos de licenciatura na área, a fim de que os futuros professores possam, em suas práticas educacionais, lançar mão de experiências desenvolvidas, a fim de que possam produzir outros conhecimentos e saberes, incorporando-os em seu fazer pedagógico para que se alcance uma qualidade efetiva, tanto em relação à própria construção de conhecimentos, como também possam, oportunizar aos seus alunos a construção autônoma de conhecimentos e saberes.

Finalmente, há que se colocar que as possibilidades de estudo poderiam ser outras, talvez mais ou menos superficiais, caso os caminhos desse pesquisador também fossem outros. Porém, os caminhos trilhados e todos os percalços vividos pelo pesquisador deixam claras as necessidades de repensar os cursos de licenciatura na busca de possibilidades e caminhos que possam nos conduzir a efetivação de processos de formação mais coerentes e eficientes para o nosso tempo.

Reconhecendo as limitações do presente trabalho, ressaltamos que, particularmente, ele foi de extrema importância para a construção de caminhos, aprofundamento de questões que inicialmente nos perturbavam e estabelecimento de outras questões e pontos de vista que passaram a nos inquietar a partir do desenvolvimento da pesquisa. Todo o trabalho se desenvolveu também em função de ser o pesquisador um professor que buscou/ busca entender mais e melhor o desenvolvimento de processos de formação, tanto em uma perspectiva individual, autoformação, quanto em uma perspectiva de formador de formadores.

É nesse sentido que ressaltamos a importância da presente pesquisa como contribuição acima de todas as outras, para o nosso percurso como professor.

REFERÊNCIAS

ALMOULOUD, Saddo Ag; MANRIQUE, Ana Lúcia. A Geometria no Ensino Fundamental: Concepções de professores e de Alunos. In: REUNIÃO ANUAL DA ANPED, 24., 2001, Caxambu. **Anais da 23ª reunião**. Caxambu: Amped, 2001. p. 1 – 22. Disponível em: <www.amped.org.br>. Acesso em: 01 jul. 2007.

ALMOULOUD, Saddo Ag et al. A geometria no ensino fundamental: reflexões sobre uma experiência de formação envolvendo professores e alunos. **Revista Brasileira de Educação**, São Paulo, n. 27, p.94-108, 2004.

ALSINA, Claudi. Intuición y Deducción em Geometria. In: VELOSO, Eduardo et al. **Ensino da Geometria: no virar do milénio**. Lisboa: Departamento de Educação da Fac. de Ciências da Univ. de Lisboa, 1999. p. 33-42.

ANDRADE, José Antônio Araújo; NACARATO, Adair Mendes. **Tendências Didático-pedagógicas para o Ensino de Geometria**. 27ª Reunião Anual da ANPED, Caxambu, 2004. Disponível em: <www.anped.org.br>. Acesso em: 05 set. 2007.

ARAÚJO, Jussara de Loiola; BORBA, Marcelo de Carvalho (Org.). Construindo pesquisas coletivamente em Educação Matemática. In: BORBA, Marcelo de Carvalho; ARAÚJO, Jussara de Loiola. **Pesquisa Qualitativa em Educação Matemática**. Belo Horizonte: Autêntica, 2004. Cap. 1, p. 25-45.

ATTIE, João Paulo. Novos Recursos Tecnológicos na Educação e a Resistência a Mudanças. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 2., 2003, Santos. **Anais do 2º SIPEM**. Santos: Sipem, 2003. p. 1 - 16. CD-ROM.

BONILLA, Maria Helena Silveira. As tecnologias e as transformações das práticas educativas. In: CONGRESSO IBEROAMERICANO DE INFORMÁTICA EDUCATIVA, 6., 2002, Vigo. **Anais do 6º RIBIE**. Vigo: Ribie, 2002. p. 1 - 6. Disponível em: <<http://ism.dei.uc.pt/ribie>>. Acesso em: 10 jul. 2007.

BORBA, Marcelo de Carvalho. A Pesquisa Qualitativa em Educação Matemática. In: REUNIÃO ANUAL DA ANPED, 27., 2004, Caxambu. **Anais da 27ª reunião**. Caxambu: Amped, 2004. p. 1 - 18. Disponível em: <www.amped.org.br>. Acesso em: 01 jul. 2007.

BORBA, Marcelo de Carvalho; PENTEADO, Miriam Godoy. **Informática Educativa e Educação Matemática**. Belo Horizonte: Autêntica, 2001.

BRASIL, Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Matemática**. Brasília: MEC/SEF, 1997.

CANDEIAS, Nuno; PONTE, João Pedro da. Aprendizagem de geometria: o papel das tarefas, do ambiente de trabalho e do software de geometria dinâmica. In: SEMINÁRIO DE INVESTIGAÇÃO EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 16., 2005, Évora. **XVI SIEM**. Évora: Siem, 2005. p. 1 - 22. Disponível em: <<http://fordis.esse.ips.pt/siem>>. Acesso em: 10 jul. 2007.

CABARITI, E. ; JAHN, A. P. . A Geometria Hiperbólica na Formação Docente: possibilidades de uma proposta com o auxílio do Cabri-géomètre. In: III Seminário Internacional de Pesquisa em Educação Matemática - SIPEM, 2006, Águas de Lindóia. **Anais do III Seminário Internacional de Pesquisa em Educação Matemática**. São Paulo : SBEM, 2006. v. 1. p. 18-28.

COSTA, G. L. M. ; FIORENTINI, D. . **A colaboração na introdução das tecnologias de informação e comunicação na prática escolar de matemática: abrindo caminho para uma nova cultura docente**. In: III Seminário Internacional, 2005, Rio de Janeiro. As Redes de Conhecimento e a Tecnologia: professores/professoras: textos, imagens e sons, 2005. p. 1-17.

DAVID, Maria Manuela Martins Soares. A geometria e a pavimentação do chão da sala. **Presença Pedagógica**, Belo Horizonte, p.36-46, 2005. Edição Especial: Educação Matemática.

FIORENTINI, Dario. Pesquisar práticas colaborativas ou pesquisar colaborativamente. In: BORBA, Marcelo de Carvalho; ARAÚJO, Jussara de Loiola. **Pesquisa Qualitativa em Educação Matemática**. Belo Horizonte: Autêntica, 2004. Cap. 2, p. 47-76.

FROTA, Maria. Clara. R., BORGES, Oto N. Perfis de Entendimento sobre o Uso de Tecnologias na Educação Matemática . In:**Encontro da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Educação**, 27^a , Caxambu, MG, 2004. *Sociedade, Democracia e Educação*. Rio de Janeiro: ANPED, 2004. (CD-ROM em anexo, arquivo: ISBN: 85-8639-12-X, p.1-17).

GALVÁN, Carmen. **Cuadratura de Polígonos**. Revista Unión, nº 1, Abr. 2005, p. 7-15. Disponível em: <www.fisem.org>. Acesso em: 10 out. 2005.

GRAVINA, Maria Alice. Geometria Dinâmica: uma nova abordagem para o aprendizado da geometria. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, 7., 1996, Belo Horizonte. **Anais do VII SBIE**. Belo Horizonte: Sbc, 1996. p. 1 - 13.

GRAVINA, Maria Alice; SANTAROSA, Lucila Maria. Aprendizagem da Matemática em Ambientes Informatizados. In: CONGRESSO RIBIE, 4., 1998, Brasília. **Actas do IV Congresso RIBIE**. Brasília: Rede Iberoamericana de Informática Educativa, 1998. p. 117 - 178. CD-ROM.

LOUREIRO, Cristina. Computadores no Ensino da Geometria. In: VELOSO, Eduardo et al. **Ensino da Geometria: no virar do milénio**. Lisboa: Departamento de Educação da Fac. de Ciências da Univ. de Lisboa, 1999. Cap. 2, p. 43-50.

LÜDKE, Menga; ANDRÉ, Marli E. D. A.. **Pesquisa em Educação: Abordagens Qualitativas**. São Paulo: Epu, 1986.

MANRIQUE, A. L. ; ALMOULOU, Saddo Ag ; SILVA, Maria José Ferreira da . Conceitos geométricos e formação de professores do ensino fundamental. In: 25a. reunião anual da Associação Nacional de Pós-graduação e Pesquisa em Educação, 2002, Caxambu. 25a. Reunião Anual: Educação: manifestos, lutas e utopias, 2002. v. 1. p. 1-18.

MATOS, José Manuel. A penetração da Matemática Moderna em Portugal na revista Labor. **Unión: Revista Iberoamericana de Educación Matemática**, [S. I.], n. 5, p.91-110, mar. 2006. Trimestral. Disponível em: <www.fisem.org>. Acesso em: 10 ago. 2006.

MIRANDA, Aécio Oliveira de; FROTA, Maria Clara Rezende. Os Softwares Dinâmicos e o Ensino de Geometria: novas ferramentas velhas práticas. In: ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 9., 2007, Belo Horizonte. **Anais do IX ENEM**. Belo Horizonte: Sbem, 2007. p. 1 - 17. CD-ROM.

NITZKE, Julio A.; FRANCO, Sergio R. K.. As tecnologias de Informação e Comunicação e a promoção da cooperação, em uma visão construtivista. In: CONGRESSO IBEROAMERICANO DE INFORMÁTICA EDUCATIVA, 6., 2002, Vigo. **Anais do 6º RIBIE**. Vigo: Ribie, 2002. p. 1 - 8. Disponível em: <http://lsm.dei.uc.pt/ribie>. Acesso em: 10 jul. 2007.

PAIVA, Dôra V.; CARVALHO, João Pitombeira de. Cursos de Reciclagem para professores de Matemática. **Presença Pedagógica**, Belo Horizonte, p.101-109, 2005. Edição Especial: Educação Matemática.

PAVANELLO, Regina Maria; ANDRADE, Roseli Nozaki Grave de. Formar professores para ensinar geometria: um desafio para as licenciaturas em Matemática. **Educação Matemática em Revista**, São Paulo, n. 11A, p.78-87, 2002.

PINTO, Neuza Bertoni. Formação e preparação de professores para o ensino da Matemática Moderna no Brasil. **Unión: Revista Iberoamericana de Educación Matemática**, [S. I.], n. 9, p.245-256, mar. 2007. Trimestral. Disponível em: <www.fisem.org>. Acesso em: 25 jul. 2007.

PIRES, Celia Maria Carolino. A Educação Matemática no Brasil. **Unión: Revista Iberoamericana de Educación Matemática**, [S. I.], n. 3, p.53-72, set. 2005. Trimestral. Disponível em: <www.fisem.org>. Acesso em: 10 ago. 2006.

PONTE, João Pedro da. Tecnologias de Informação e Comunicação na Formação de Professores: que desafios?. **Revista Iberoamericana de Educação**, [s. I.], n. 24, p.62-90, dez. 2000. Disponível em: <www.rieoie.org>. Acesso em: 10 out. 2006.

PONTE, João Pedro da; OLIVEIRA, Hélia; VARANDAS, José Manuel. As novas tecnologias na formação inicial de professores: Análise de uma experiência. In: FERNANDES, Margarida et al. **O particular e o global no virar do milénio**. Lisboa: Edições Colibri, 2002. p. 1-12. Disponível em: <www.educ.fc.ul.pt/docentes/jponte>. Acesso em: 01 mar. 2006.

RIBEIRO, António; CABRITA, Isabel (Org.). O Cabri-Géomètre e a construção de uma nova cultura. In: PONTE, João Pedro da et al. **Actividades de Investigação na aprendizagem da matemática e na formação de professores**. Portugal: Spce, 2002. Cap. 10, p. 135-157.

SICCHIERI, Renata Moro. Informática Educativa e Formação de Professores: Estudando a estratégia "professor capacitando professor". In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 2., 2003, Santos. **Anais do 2º SIPEM**. Santos: Sipem, 2003. p. 1 - 18. CD-ROM.

SILVA, Maria Célia Leme da. A geometria escolar ontem e hoje: Algumas reflexões sobre livros didáticos de Matemática. **Unión**: Revista Iberoamericana de Educación Matemática, [S. I.], n. 3, p.73-85, set. 2005. Trimestral. Disponível em: <www.fisem.org>. Acesso em: 25 jul. 2007.

VELOSO, Eduardo et al. **Ensino da Geometria**: no virar do milénio. Lisboa: Universidade de Lisboa, 1999.

APÊNDICE

Espaço interativo de apoio ao processo ensino/aprendizagem de geometria

Ao longo de suas atividades, os membros do grupo GEGDEG, trabalhando coletivamente, e cada um contribuindo com sua experiência em ensino de geometria e em uso de tecnologias de informática, produziram um espaço virtual de apoio à aprendizagem de geometria. Esse espaço se configura como um site, onde os mesmos podem utilizar ferramentas de geometria dinâmica como o Cabri-Géomètre para construção de applets direcionados para a formação de conceitos geométricos ou atividades a serem desenvolvidas por esses alunos em suas aulas de geometria. Futuramente esse espaço será disponibilizado para ser utilizado por outros usuários da rede mundial de computadores.

Uma característica importante desse espaço é que, de acordo com a configuração que foi dada, uma figura dinâmica, construída no Cabri pode ser importada para o site e ser utilizada em qualquer computador que esteja ligado à internet, mesmo que esse não possua instalado o software Cabri. Para isso, é necessário apenas o software Java, que é uma ferramenta de domínio livre e geralmente está instalada em qualquer computador, devido as suas múltiplas possibilidades de uso.

Para inserir uma atividade nesse espaço, por exemplo, basta que o usuário a tenha construído em seu computador e tenha acesso à internet. Quando abrir o link de inserção de atividades ele deverá preencher os campos indicados como na figura e pronto. O applet já está disponível no site do grupo para ser utilizado em qualquer sala de aula ou laboratório de informática que disponha de internet.

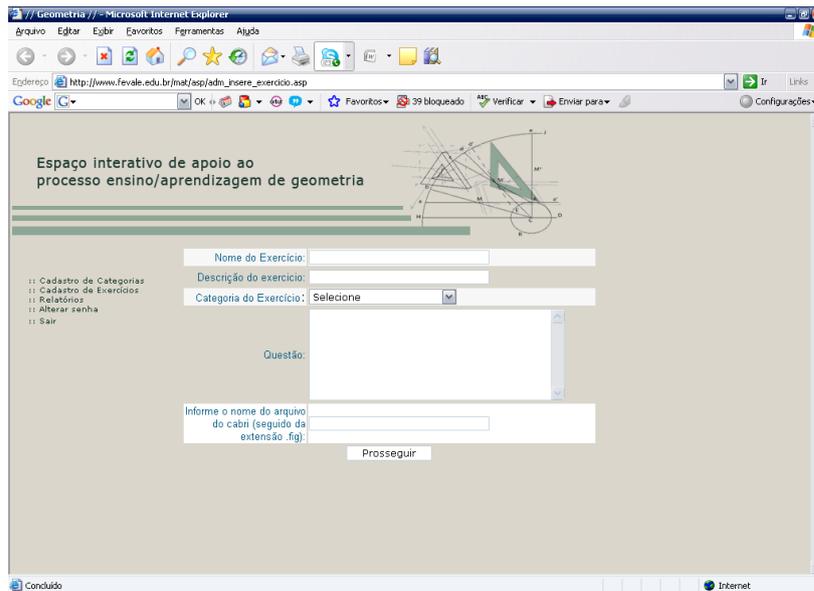


Figura 10: Ilustração
Fonte: Site GEGDEG

Uma vez inserido o exercício, ele será disponibilizado na página do grupo, a figura será dinâmica, da mesma forma que era no Cabri, ou seja, os usuários poderão manuseá-la e verificar suas propriedades. Ainda não conseguimos construir nesse espaço, atividades que possibilitem a construção, apenas trabalhamos com a exploração de figuras prontas. Uma ilustração está apresentada na figura abaixo.

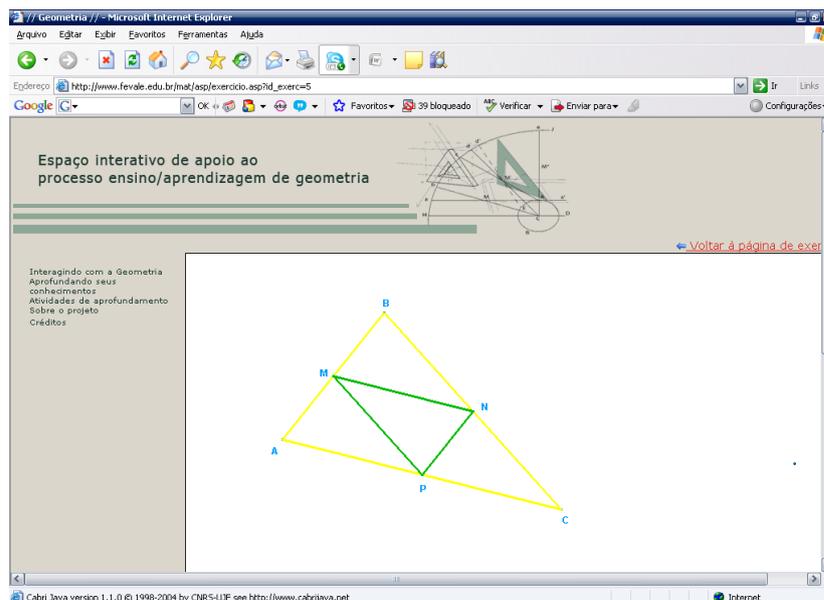


Figura 11: Ilustração
Fonte: Site GEGDEG

A vantagem de ter uma ferramenta própria, construída pelo grupo, é a autonomia que ela oferece em termos de produção. Embora existam muitos exercícios dessa natureza disponíveis na internet, um problema que eles apresentam é o fato de nem sempre se alinharem às necessidades de trabalho do professor. Assim, os membros do grupo podem planejar atividades que estejam de acordo com as suas propostas de trabalho e disponibilizá-las para que seus alunos as utilizem.

Após, manusearem as figuras, os alunos podem responder e propor questões fazendo uso de um formulário que se encontra logo abaixo de cada uma das atividades propostas. Enviando o formulário, ele alimentará um banco de dados de domínio do grupo. Esse banco se constituirá como um elemento para repensar as atividades propostas, bem como material de pesquisa onde os membros do grupo poderão realizar trabalhos de investigação sobre o ensino de geometria.

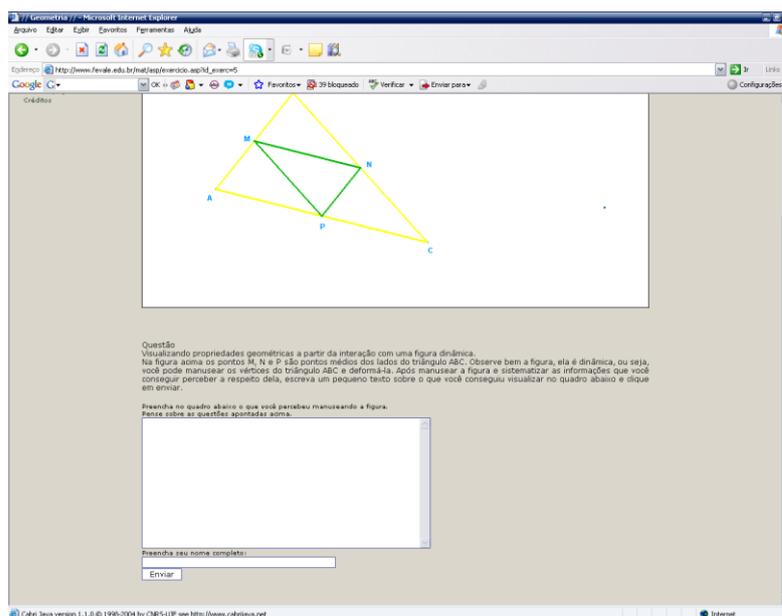


Figura 12: Ilustração
Fonte: Site GEGDEG

Uma outra característica do site é que ele tem espaços onde os membros do grupo podem publicar produções sobre geometria, sobre o ensino de geometria e outros materiais ligados a essa temática, que venham a ser produzidos no seu interior.

Entretanto, a principal característica desse espaço é que ele é uma produção do grupo, e no processo de produção desse espaço, muito se pesquisou e se aprendeu sobre o uso de tecnologias computacionais e de softwares de geometria dinâmica como recurso didático.

Muito se aprendeu sobre o trabalho cooperativo e sobre a importância da cooperação na produção de material didático e de conhecimentos no campo do ensino de geometria.