



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
Instituto de Geociências e Ciências Exatas

Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática
Área de Concentração em Ensino e Aprendizagem de Matemática e seus
Fundamentos Filosófico-Científicos

**PROJETOS EM GEOMETRIA ANALÍTICA USANDO
SOFTWARE DE GEOMETRIA DINÂMICA: REPENSANDO
A FORMAÇÃO INICIAL DOCENTE EM MATEMÁTICA**

ADRIANA RICHIT

RIO CLARO

2005

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Instituto de Geociências e Ciências Exatas

Campus de Rio Claro

**Projetos em Geometria Analítica usando Software de Geometria
Dinâmica: Repensando a Formação Inicial Docente em Matemática**

Adriana Richit

Orientador: Prof. Dr. Marcus Vinicius Maltempi

Dissertação de Mestrado elaborada junto ao
Programa de Pós-Graduação em Educação
Matemática – Área de Concentração em
Ensino e Aprendizagem de Matemática e
seus Fundamentos Filosófico-Científicos

Rio Claro (SP)

2005

510.07 Richit, Adriana
R531p Projetos em geometria analítica usando software de geometria dinâmica: repensando a formação inicial docente em Matemática / Adriana Richit – Rio Claro: [s.n.], 2005
215 f.
Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas
Orientador: Marcus Vinicius Maltempi

1. Matemática – Estudo e ensino. 2. Educação Matemática. 3. Tecnologias Informáticas. 4. Construcionismo. 5. Formação de professores. I. Título.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Marcus Vinicius Maltempi
Universidade Estadual Paulista – Unesp – Rio Claro

Prof^ª. Dra. Miriam Godoy Penteado
Universidade Estadual Paulista – Unesp – Rio Claro

Prof^ª. Dra. Maria Elisabette Brisola Brito Prado
Universidade de Campinas – Unicamp

Rio Claro, dezembro de 2005

Resultado: APROVADA

Lutar por um ideal, não desistir de um sonho e querer vencer é inerente à natureza humana. E é essa constante busca pela superação de desafios e de nossos próprios limites que nos dá a certeza de que realmente estamos vivos.

Adriana Richit

DEDICATÓRIA

Aos meus pais Albino e Seleta por terem me dado a vida; aos meus irmãos Gilvane, Marcelo, Andriceli e Tiago pela amizade e incentivo; aos meus sobrinhos Guto e Nando pelos momentos de alegria e, principalmente, ao Mauri, meu noivo, pelo amor, compreensão e carinho.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador Prof. Dr. Marcus Vinicius Maltempi pelo carinho, dedicação e paciência demonstrados em todas as etapas deste trabalho. Agradeço também as inúmeras sugestões concedidas em conversas e reuniões de orientação que vieram a solidificar este estudo, as leituras atentas de meus textos e as significativas contribuições, além do incentivo à superação dos meus medos e inseguranças.

À Prof^ª. Dra. Miriam Godoy Penteado pela atenção e pelas sugestões que contribuíram para o amadurecimento deste trabalho.

À Prof^ª. Dra. Maria Elisabette Brisola Brito Prado, pelo carinho, pelas contribuições e conselhos no exame de qualificação.

Ao Prof. Dr. Marcelo de Carvalho Borba pela amizade, apoio nos momentos difíceis e pelos conselhos e sugestões nas nossas caminhadas.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação, com os quais tive a oportunidade de interagir, Claudemir Murari, Idania Penna Grãs, Laurizete Ferragut Passos, Ligia Arantes Sad, Marcelo de Carvalho Borba, Marcus Vinicius Maltempi e Rosa Baroni pelos momentos de aprendizado e reflexão, e aos demais professores pela convivência e amizade.

Ao Prof. Dr. João Peres pela colaboração, atenção e, principalmente, por intermediar meu contato com os sujeitos deste trabalho. Agradeço também as valiosas contribuições aos trabalhos finais dos alunos, bem como a participação na sessão de apresentação dos projetos.

Aos amigos e colegas do GPIMEM, Ana Paula Malheiros, Antonio Olímpio Junior, Fernanda Bonafini, João Luis de Azevedo, Leandro Diniz, Maurício Rosa, Norma Alevatto, Ricardo Scucuglia, Rubia Zulatto, Sandra Barbosa, Simone Lírio, Simone Gouvea, Silvana Claudia Santos e Sueli Liberatti Javaroni por terem contribuído com meu crescimento pessoal e profissional.

Às funcionárias Ana, Elisa, Eliana e Valéria pelo apoio, paciência e aconselhamentos nas questões burocráticas.

À Mabel, Simone Gouvea e Luzia, minhas irmãs nesta caminhada. Obrigada pela amizade, atenção e carinho nos momentos difíceis.

Ao Ricardo Scucuglia pelas sugestões na realização das atividades de coleta de dados.

Ao Léo pela amizade sincera, pelo incentivo e pelas correções finais deste trabalho.

À Miriam e à Carla pela leitura e correções da versão final desta dissertação.

Ao Maurício pela amizade, pelos tantos conselhos e sugestões a este trabalho.

A todos os colegas e amigos da PGEM pela presença indispensável nesta etapa: Adailton, Carla, Carol, Celso, César, Duelci, Elivanete, Elisangela, Emerson, Everton, Flavio, Heloisa, Jamur, Joana, Juarez, Jucelene, Keila E., Luciana Ferrarezzi, Marcelo Badin, Marcos Lübeck, Marcos Felix, Marli, Mariana, Miriam, Norma, Patrícia, Rejeane, Rejane, Regina, Regina C., Rodrigo, Roger, Rosemeire, Sabrina, Sheila Salles, Selma, Vanda e Valdir.

À Audria Bovo e Simone Lírio por terem me incentivado a iniciar esta caminhada.

Aos alunos e alunas Bruno Costa, Edson Bolis, Flávio Vieira, Luciano de Mello Ramos, Paula Lopes Junqueira e Vitor Aristeu Pessoa pelo empenho e disponibilidade em participar deste trabalho. Obrigada de coração. Sem vocês este estudo não seria possível.

Ao Geraldo Lima Sobrinho pelas contribuições, orientações técnicas e paciência.

À Giovana e Lorena, minhas verdadeiras amigas, companheiras nos momentos bons e nas situações difíceis, minha sincera gratidão pelas longas conversas e desabafos.

Às amigas Maria Antonia (Biologia), Agda (Biologia), Denise (Educação Física), Aline (Biologia) e Cíntia (Biologia) pelo carinho e amizade.

Às tantas outras pessoas que cruzaram meu caminho neste período e cuja passagem deixou marcas e boas recordações.

Ao Mauri por todos os bons momentos que compartilhamos, pela paciência, compreensão e carinho neste período de ausência. Obrigada por fazer parte da minha vida.

Ao Florindo e à Elzira, meus segundos pais. Muito obrigada pela colaboração e pelo incentivo. Vocês muito contribuíram para que este trabalho fosse realizado.

À minha irmã Andriceli pela amizade, respeito, admiração e incentivo nesta caminhada. Andri, obrigada pelos anos de convivência, esta vitória também é sua.

Aos meus irmãos Gilvane, Marcelo e Tiago, minha gratidão por estarem sempre ao meu lado e apoiarem minhas decisões.

Aos meus sobrinhos Guto e Nando, obrigada pelo carinho e pelas palavras doces nos nossos encontros e breves telefonemas. Vocês trazem alegria à minha vida.

À Liliane pela amizade, incentivo e pelas divertidas histórias contadas nas rodas de chimarrão; e à minha avó Ângela, por ser um exemplo de força e coragem.

Enfim, Pai e Mãe, além da vida vocês me ensinaram a ter coragem e responsabilidade. Meu agradecimento pelo amor, pelos longos meses de espera e por existirem. Eu amo vocês!

Ao CNPq pelo apoio financeiro.

A Deus pela vida.

RESUMO

A presente pesquisa, a qual se propôs a *descrever e analisar como trabalhar com projetos em Geometria Analítica, usando software de geometria dinâmica, visando a favorecer a formação de futuros professores de Matemática*, destaca alguns aspectos pertinentes ao trabalho com projetos que se coadunam aos princípios do Construcionismo. Para tanto, foi realizado um estudo com alunos da Licenciatura em Matemática da Unesp de Rio Claro, SP, os quais desenvolveram atividades didáticas de Geometria Analítica usando o software Geometricks. A combinação do trabalho com projetos e o uso de software de geometria dinâmica, tendo por contexto a Geometria Analítica, mostrou-se uma estratégia pedagógica favorável à formação inicial docente em Matemática no que concerne à construção de saberes específicos desta área do conhecimento e contribuiu para que os sujeitos envolvidos pudessem desenvolver saberes de uso pedagógico do software Geometricks. Sob este prisma, o foco do estudo repousa nas possibilidades que emergem da estratégia de trabalho descrita acima à formação do futuro professor de Matemática, tendo como pressuposto a necessidade de desenvolvermos nele competências necessárias para que incorpore as tecnologias informáticas à sua prática posterior, à medida que o seu processo de formação promova a utilização destes recursos no contexto das experiências educacionais na licenciatura. Esta formação, ainda, pode fornecer-lhe subsídios que venham colaborar na efetivação de mudanças nos processos educacionais vigentes. Outrossim, consideramos que este estudo aponta perspectivas para a implementação de mudanças no contexto educacional, em consequência das reflexões em torno do processo de formação profissional docente, o qual deve estar em consonância com as transformações da sociedade contemporânea. Também, relevamos a necessidade de haver uma reestruturação nos currículos das licenciaturas, no intuito de se promover, simultaneamente, a construção de saberes pertinentes à área específica, conhecimentos pedagógicos do exercício da profissão docente e saberes de uso pedagógico das tecnologias informáticas.

PALAVRAS-CHAVE: Educação Matemática, Tecnologias Informáticas, Construcionismo, Projetos, Formação Docente, Geometria Analítica.

ABSTRACT

The present study, which proposed *to describe and analyze how to work with analytical geometry projects using dynamic geometry software, with the aim of benefiting the teaching of future mathematics teachers*, highlights some aspects that are pertinent to work with projects that converge with the principles of Constructionism. A study was conducted with students in the Mathematics Teaching License Program at the State University of São Paulo, Rio Claro Campus, SP, Brazil, who developed analytic geometry teaching activities using the software *Geometricks*. The combination of work with projects and the use of the dynamic geometric software, in the context of the Analytic Geometry, proved to be a pedagogical strategy that was favorable to their initiation into teaching mathematics as concerns the construction of specific knowledge in this area, and contributed to the participants' ability to develop knowledge about the pedagogical use of the Geometricks software. Through this lens, the focus of the study lies in the possibilities that emerge from the approach to teaching future mathematics teachers described above, having as an assumption the need to develop the necessary competencies to incorporate information technology into their practice, to the extent that their educational process will promote the use of these resources in the context of their educational experience in their university program. This educational experience can even provide them with tools that can contribute to changing existing educational processes. Moreover, we consider that this study points to perspectives for the implementation of change in the educational context, as a consequence of the reflections regarding the educational process of mathematics teachers, which should be in consonance with the transformations in contemporary society. We also reveal the need for a re-structuring of the curricula in teaching license programs, to promote, simultaneously, the construction of knowledge pertinent to the specific field, pedagogical knowledge for the practice of teaching, and knowledge about the pedagogical use of information technologies.

KEY-WORDS: Mathematics Education, Informatics Technologies, Constructionism, Projects, Teaching of Teachers, Analytic Geometry.

SUMÁRIO

| | |
|--|-----|
| 1.0. APRESENTAÇÃO DA PESQUISA..... | 013 |
| 1.1. <i>Gênese do projeto</i> | 013 |
| 1.2. <i>Relevância deste estudo</i> | 018 |
| 1.3. <i>Estrutura da dissertação</i> | 022 |
| 2.0. TECNOLOGIAS INFORMÁTICAS E EDUCAÇÃO MATEMÁTICA..... | 024 |
| 2.1. <i>Tecnologias informáticas e a reestruturação social</i> | 024 |
| 2.2. <i>Algumas concepções do Construcionismo</i> | 027 |
| 2.2.1. <i>Ampliando as dimensões do Construcionismo</i> | 028 |
| 2.3. <i>Tecnologias informáticas e Educação Matemática: reflexões sobre a prática pedagógica em Matemática</i> | 034 |
| 2.3.1. <i>Tecnologias informáticas e Educação Matemática: atribuições da escola e o papel do professor</i> | 038 |
| 2.4. <i>Geometria Analítica no atual contexto: tensões e perspectivas</i> | 040 |
| 2.5. <i>Softwares de geometria dinâmica e a abordagem de Geometria Analítica</i> | 043 |
| 3.0. A FORMAÇÃO INICIAL DOCENTE E AS EXIGÊNCIAS DA SOCIEDADE TECNOLÓGICA..... | 047 |
| 3.1. <i>As dimensões do papel social da Educação</i> | 047 |
| 3.2. <i>Formação profissional docente: uma discussão constante</i> | 050 |
| 3.2.1. <i>A formação inicial docente no contexto da sociedade tecnológica</i> | 053 |
| 3.3. <i>O avanço tecnológico apontando novos rumos à formação inicial docente</i> | 056 |
| 3.4. <i>Tecnologias informáticas favorecendo a formação inicial docente</i> | 059 |
| 3.5. <i>Construcionismo: mediando a formação inicial docente com mídias informáticas</i> | 062 |
| 3.6. <i>Trabalhando com projetos nos cursos de licenciatura</i> | 064 |
| 3.7. <i>O papel das tecnologias informáticas no desenvolvimento de projetos</i> | 068 |

| | | |
|--------|--|-----|
| 4.0. | METODOLOGIA DA PESQUISA..... | 070 |
| 4.1. | <i>O paradigma de pesquisa.....</i> | 070 |
| 4.1.1. | Delineamento do paradigma de pesquisa..... | 071 |
| 4.1.2. | Situando a pesquisa qualitativa na Educação Matemática..... | 072 |
| 4.2. | <i>Compondo o cenário da investigação.....</i> | 075 |
| 4.2.1. | O contexto social da pesquisa..... | 075 |
| 4.2.2. | Os sujeitos da investigação..... | 076 |
| 4.2.3. | O software Geomtricks..... | 078 |
| 4.2.4. | O cenário da investigação..... | 081 |
| 4.3. | <i>Procedimentos metodológicos.....</i> | 082 |
| 4.3.1. | A construção dos projetos..... | 082 |
| 4.3.2. | A coleta de dados..... | 085 |
| 4.4. | <i>Planejando a análise dos dados.....</i> | 088 |
| 5.0. | PERFIL DOS SUJEITOS E DESCRIÇÃO DAS ETAPAS DO TRABALHO COM OS PROJETOS..... | 090 |
| 5.1. | <i>A seleção dos sujeitos.....</i> | 090 |
| 5.1.1. | Etapas que mediarão a caracterização do coletivo formado..... | 092 |
| 5.2. | <i>Perfil do grupo.....</i> | 094 |
| 5.3. | <i>Os encontros.....</i> | 096 |
| 5.3.1. | Primeiro contato..... | 096 |
| 5.3.2. | Desenvolvimento dos projetos..... | 098 |
| 5.3.3. | Socialização dos resultados..... | 099 |
| 5.4. | <i>Considerações sobre o desenvolvimento dos projetos.....</i> | 103 |
| 6.0. | APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS..... | 107 |
| 6.1. | <i>Iniciando a discussão dos resultados.....</i> | 107 |
| 6.1.1. | Panorama geral dos projetos desenvolvidos pelas duplas..... | 108 |
| 6.1.2. | Perspectivas dos sujeitos com relação à investigação..... | 109 |
| 6.2. | <i>A construção das atividades.....</i> | 112 |

| | | |
|----------|---|-----|
| 6.3. | <i>A estrutura dos projetos.....</i> | 118 |
| 6.3.1. | Atividade de Flávio e Luciano..... | 119 |
| 6.3.2. | Atividades de Paula e Vitor..... | 120 |
| 6.4. | <i>Potencialidades do trabalho com projetos e com tecnologias informáticas à formação inicial docente em Matemática na perspectiva construcionista.....</i> | 132 |
| 6.4.1. | A construção do conhecimento matemático com tecnologia informática no desenvolvimento dos projetos..... | 133 |
| 6.4.1.1. | A visualização e a experimentação no processo de elaboração das atividades de Geometria Analítica..... | 135 |
| 6.4.1.2. | O software Geometricks favorecendo o aprofundamento do conteúdo de Geometria Analítica..... | 138 |
| 6.4.2. | A construção do saberes de uso pedagógico das tecnologias informáticas do ponto de vista da intervenção realizada..... | 146 |
| 6.5. | <i>Categorizando o trabalho com projetos e com tecnologia informática.....</i> | 149 |
| 6.6. | <i>Situando o trabalho com projetos na perspectiva construcionista.....</i> | 154 |
| 7.0. | CONSIDERAÇÕES FINAIS E PERSPECTIVAS FUTURAS..... | 158 |
| | REFERÊNCIAS..... | 164 |
| | ANEXOS I..... | 170 |
| | Projetos desenvolvidos | |
| | ANEXOS II..... | 202 |
| | Questionários aplicados | |

ÍNDICE DE ILUSTRAÇÕES

Figuras

| | | |
|-----------|--|-----|
| Figura 1: | Tela principal do software Geometricks..... | 079 |
| Figura 2: | Representação de um hexágono regular obtida no Geometricks..... | 080 |
| Figura 3: | Representação de um quadrilátero com vértices em planos distintos..... | 131 |
| Figura 4: | Representação de uma hipérbole eqüilátera obtida no Geometricks..... | 143 |

Fotos

| | | |
|---------|---|-----|
| Foto 1: | Disposição dos recursos e dos sujeitos no cenário da investigação..... | 082 |
| Foto 2: | Flávio e Luciano aplicando suas atividades aos alunos da Matemática/2005..... | 100 |
| Foto 3: | Discussão do grupo sobre o uso de softwares no ensino de Matemática..... | 117 |

Quadros

| | | |
|-----------|---|-----|
| Quadro 1: | Descrição da Atividade I elaborada pela dupla Flávio e Luciano..... | 119 |
| Quadro 2: | Descrição da solução da Atividade I proposta pela dupla Flávio e Luciano... | 119 |
| Quadro 3: | Definição de reta apresentada em Boulos (1987)..... | 120 |
| Quadro 4: | Descrição da Atividade I elaborada pela dupla Paula e Vitor..... | 122 |
| Quadro 5: | Descrição da solução da Atividade I proposta pela dupla Paula e Vitor..... | 124 |
| Quadro 6: | Descrição da Atividade IV elaborada pela dupla Paula e Vitor..... | 129 |
| Quadro 7: | Descrição da solução da Atividade IV proposta pela dupla Paula e Vitor..... | 131 |

Tabelas

| | | |
|-----------|--|-----|
| Tabela 1: | Caracterização dos sujeitos da pesquisa..... | 091 |
| Tabela 2: | Detalhamento da estrutura dos projetos desenvolvidos..... | 108 |
| Tabela 3: | Aspectos exigidos em cada uma das atividades produzidas..... | 118 |

CAPÍTULO 1

1. APRESENTAÇÃO DA PESQUISA

O presente capítulo explicita aspectos relacionados à trajetória pessoal e profissional da pesquisadora, os quais foram determinantes para o delineamento deste estudo. Também apresenta algumas considerações acerca da relevância desta investigação no âmbito da Educação Matemática atualmente, focando as contribuições da mesma para as discussões e reflexões que permeiam a comunidade de educadores matemáticos com relação ao uso das tecnologias nos processos educacionais, bem como traz a estrutura desta dissertação.

1.1. Gênese do Projeto

Buscando apresentar argumentos que justifiquem minha¹ preferência pelo tema *Tecnologias Informáticas e Educação Matemática* como linha de pesquisa a ser seguida, faço uma retrospectiva das experiências vivenciadas ao longo de minhas trajetórias escolar, acadêmica e profissional, as quais revelam uma preocupação por compreender mais profunda e detalhadamente as contribuições, desafios e possibilidades que o uso destas mídias, particularmente softwares, oferece à prática pedagógica em Matemática.

Entre os anos de 1995 e 1998, enquanto acadêmica da Licenciatura em Matemática da Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões (URI), campus de Erechim, Rio Grande do Sul, tive a oportunidade de interagir com alguns recursos tecnológicos, entre eles softwares e calculadoras.

Este contato foi favorecido devido às iniciativas de alguns professores que ministravam suas disciplinas utilizando calculadoras (gráficas e financeiras) e softwares (gráficos, estatísticos, de geometria e geometria dinâmica), visando a propiciar aos futuros professores outras formas de construir o conhecimento matemático, promovendo, assim, a incorporação dos recursos tecnológicos às práticas educativas.

¹ Nesta seção o texto é redigido na primeira pessoa do singular, pois o mesmo se refere a minha trajetória pessoal e profissional, a qual considero importante relatar, visto que a ela se deve a escolha por este tema de investigação, bem como justificam outras escolhas que constituem este trabalho.

Na disciplina de Matemática Financeira, por exemplo, aprendemos a calcular taxas de amortização do sistema PRICE e SAC e muitas outras operações comerciais e bancárias, usando a calculadora financeira, além das práticas com lápis e papel. Na disciplina de Cálculo Diferencial e Integral, a calculadora gráfica era material de uso diário e, algumas das aulas de Geometria I e II foram desenvolvidas em Laboratório de Informática, nas quais o recurso mais explorado foi o software Logo. As disciplinas de Metodologia de Prática de Ensino em Matemática e Desenho Geométrico também contemplavam o uso de mídias informáticas e algumas aulas de Estatística foram desenvolvidas usando recursos do Excel.

Estas experiências contribuíram para evidenciar a fascinação que as mídias informáticas despertavam em mim e reforçaram meu interesse de explorá-las visando a favorecer meu desenvolvimento pessoal e profissional, bem como utilizá-las como recurso auxiliar ao exercício da função docente. Por outro lado, sabia que para usá-las em diferentes momentos e contextos sociais seria necessário estar em constante aprendizado, pois o desenvolvimento tecnológico suscita inúmeras transformações no meio educacional, tanto à prática docente, quanto à organização do ambiente e do trabalho de sala de aula. Igualmente, as experiências acima citadas me levaram a refletir sobre a possibilidade de usar alguns destes recursos nas aulas de Matemática nos níveis de ensino em que atuava, e forneceram subsídios para que eu pudesse desenvolver distintas estratégias de trabalho.

Da mesma forma, a preocupação com as questões educacionais relacionadas ao ensino de Matemática, a qual emergia da minha prática docente no ensino fundamental e médio, instigava-me a participar de eventos na área de Educação e Educação Matemática e, também, freqüentar discussões e cursos que tratavam da utilização de recursos diversos, entre eles as mídias informáticas, nas práticas pedagógicas desta disciplina.

Motivada por esta preocupação, assim que conclui a graduação, ingressei em um curso de especialização em Matemática promovido pela URI, campus de Erechim, no qual pude aprofundar minhas leituras sobre o uso de tecnologias nos processos de ensino e aprendizagem de Matemática e conhecer bibliografias específicas de outras linhas de pesquisa, como Etnomatemática, Modelagem Matemática e Formação de Professores.

Nesse mesmo período, realizei uma investigação com alunos da primeira série do ensino médio, adotando como procedimento de pesquisa a realização de Experimento de Ensino, cujo objetivo era analisar as contribuições do software Graphmatica ao estudo de funções polinomiais de primeiro e segundo graus, exponenciais e logarítmicas. A ênfase do referido estudo repousava nas contribuições do software à representação gráfica e tabular das funções abordadas.

Esta investigação, a qual se constituiu na monografia de final de curso, foi motivada pelas experiências vivenciadas durante a realização das Práticas de Ensino (estágio supervisionado) na graduação e pelo trabalho desenvolvido na disciplina² *Informática e Ensino de Matemática* cursada no decorrer da especialização.

No ano 2000, ao encerrar a especialização, fui incentivada pela coordenação do curso de Licenciatura em Matemática da respectiva instituição a ministrar uma oficina³ para acadêmicos de Matemática e professores da rede de ensino, intitulada *Explorando funções polinomiais de 1º e 2º graus com o software Graphmatica*. Tal oficina visava, entre outras coisas, a contribuir para disseminar o uso das tecnologias informáticas nos processos de ensino e aprendizagem de Matemática e investigar como professores em exercício e futuros professores concebiam este uso.

Constatei, por meio da referida atividade, que os maiores empecilhos à utilização das tecnologias informáticas na prática docente eram, naquele momento, a ausência de computadores e infra-estrutura adequada em muitos estabelecimentos de ensino, além da falta de familiaridade dos professores com os recursos oferecidos pela informática e a dificuldade de lidar com as mudanças e desafios que estes poderiam trazer às práticas pedagógicas usuais.

Observei, também, que havia uma forte tendência entre os participantes em conceber o uso destes recursos como uma forma de informatizar a aula usual, na qual o computador deveria servir ao aluno na realização de seqüências de atividades fechadas, agilizar cálculos matemáticos ou para facilitar a visualização de conceitos e propriedades.

As discussões desencadeadas no encontro com professores e acadêmicos apontaram questões como: quais são as possibilidades oferecidas pelos softwares educacionais aos processos de ensino e aprendizagem de Matemática? A visualização de conceitos e propriedades pode favorecer a aprendizagem matemática? O uso de softwares reduz o tempo necessário para a execução de determinadas atividades? Os dados numéricos obtidos na execução de cálculos no computador são mais precisos do que os obtidos pelo cálculo manual? Estes recursos podem motivar os alunos na abordagem de conteúdos matemáticos? A rapidez com que gráficos e tabelas são construídos e cálculos executados agilizam determinadas propostas de trabalho de sala de aula? Quais são os conhecimentos necessários para que o professor possa fazer uso destas tecnologias em sua prática pedagógica?

² Disciplina ministrada pela Prof^a. Dra. Maria Alice Gravina do Departamento de Matemática da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).

³ A respectiva oficina foi ministrada em conjunto com Mauri Luis Tomkelski, acadêmico de Matemática e professor de Matemática e Física da Rede Pública de Ensino do Estado do Rio grande do Sul no respectivo ano.

Estas experiências (oficina e Experimento de Ensino) vieram confirmar meu interesse pela linha de pesquisa “Novas Tecnologias na Educação Matemática” dentro da área de Educação Matemática, e foram, também, preponderantes para a delimitação do tema deste estudo, em virtude dos questionamentos e das discussões que surgiram durante a realização das atividades propostas e das leituras que realizei no decurso da especialização. Do mesmo modo, contribuíram para ampliar e aprofundar minhas reflexões sobre a importância da prática de pesquisa no exercício da profissão docente.

Além destas experiências, muitas outras atividades foram realizadas em sala de aula com meus alunos de ensino fundamental e médio, nas quais eu me propunha a aplicar os conhecimentos adquiridos em cursos e seminários que tratavam da utilização das tecnologias informáticas para abordar conceitos de Matemática e Física.

Por outro lado, a possibilidade de usar os recursos tecnológicos na prática pedagógica nas disciplinas supracitadas suscitava em mim a angústia de compreender as contribuições e implicações dos mesmos ao processo de construção do conhecimento em Matemática. Ainda, sabia que para promover a inserção destes instrumentos nas atividades de sala de aula precisaria considerar as características do contexto de atuação, as características sociais e culturais dos alunos, as condições físicas e pedagógicas do estabelecimento, bem como suas necessidades e aspirações e, em consequência disso, mais estudos se faziam necessários.

Como se pode notar, meu interesse em investigar as possibilidades e implicações do uso pedagógico das mídias informáticas foi aumentando no decorrer de minhas vivências e, com ele, o desejo por investigar esta questão focando outras dimensões foi se intensificando. E, como uma das formas de realizar esta reflexão e alcançar o aprofundamento almejado seria por meio da realização de um estudo em nível de pós-graduação, ingressar no Mestrado em Educação Matemática passou a ser o desafio seguinte na minha trajetória.

Durante o período em que me preparava para esta nova etapa (ingressar na pós-graduação), cursei, como aluna especial, a disciplina⁴ *Informática Aplicada à Educação*, a qual foi determinante para o amadurecimento e estruturação do projeto desta pesquisa, em consequência do aprofundamento propiciado pelas leituras relativas ao uso das mídias informáticas na área de Educação.

A referida disciplina disponibilizou uma bibliografia específica pertinente à utilização das mídias informáticas nos processos educacionais vigentes, tendo como foco principal o Construcionismo, teoria educacional que dá suporte a esta pesquisa.

⁴ Disciplina do Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática da Unesp de Rio Claro, ministrada pelo Prof. Dr. Marcus Vinicius Maltempí, no primeiro semestre de 2003.

Por meio destas leituras foi possível conhecer a trajetória do uso das tecnologias informáticas na Educação, desde o surgimento do computador por volta dos anos 50 e 60 e das primeiras propostas de utilização do mesmo nos processos de ensino e aprendizagem de Matemática, a partir das idéias de Seymour Papert. As discussões desencadeadas em aula refletiam a preocupação do grupo presente com as possibilidades, implicações e desafios que o uso destes recursos traz à prática de sala de aula, bem como a organização deste espaço.

Além disso, a participação em cursos de capacitação docente em Matemática e encontros de Educação Matemática, permitiu-me conhecer e investigar outros recursos e softwares que, de um modo geral, vêm se mostrando bastante adequados aos processos educacionais em Matemática, entre eles o software Geometricks⁵, utilizado nesta pesquisa, o qual é tratado com mais detalhamento no capítulo 4 desta dissertação.

Após um período de familiarização com o Geometricks, iniciei a estruturação da versão do projeto de pesquisa que seria avaliado no processo seletivo deste Programa, o qual, inicialmente, propunha-se a investigar as *contribuições do software Geometricks aos processos de ensino e aprendizagem de Geometria Analítica no ensino médio*.

Entretanto, após ingressar neste Programa de Pós-Graduação e iniciar as atividades de orientação, algumas alterações se fizeram necessárias para que o cronograma da investigação não fosse comprometido e, além disso, para que o estudo focasse aspectos mais próximos das minhas inquietações e aspirações de pesquisadora. Com isso a pesquisa assumiu novo direcionamento com a pergunta: *Como licenciandos em Matemática exploram conceitos de Geometria Analítica na realização de projetos, usando software de geometria dinâmica?*

Porém, influenciada pelas conversas com o orientador deste estudo, pelas discussões com os membros do GPIMEM⁶ e, principalmente, pelas novas dimensões que a investigação ia revelando no decorrer da coleta de dados, a pergunta proposta inicialmente sofreu novas modificações e, atualmente, a pesquisa é orientada pela seguinte problemática:

Como trabalhar com projetos em Geometria Analítica, usando software de geometria dinâmica, visando a favorecer a formação de futuros professores de Matemática?

⁵ Software de geometria dinâmica, desenvolvido por Viggo Sadolin da *The Royal of Educational Studies*. Disponível em <http://www.igce.unesp.br/pgem/gpimem.html>

⁶ Grupo de Pesquisa em Informática, outras Mídias e Educação Matemática do respectivo Programa de Pós-Graduação, do qual sou membro integrante.

Segundo Bicudo (1993), as múltiplas redefinições da pergunta diretriz revelam o papel crítico do pesquisador com relação ao delineamento da mesma e com as dimensões do próprio estudo. Ou seja, a atitude de manter um olhar crítico e reflexivo em torno da pergunta diretriz é característica essencial de qualquer pesquisador, pois explicita a preocupação deste em manter um questionamento constante, tanto sobre a abrangência da pergunta norteadora da investigação, quanto de todo o processo de pesquisa.

Após relatar aspectos relevantes que caracterizam meu perfil como professora e pesquisadora, bem como elucidar questões que influenciaram o delineamento desta pesquisa, surge uma nova indagação: Qual a relevância deste estudo para a Educação Matemática?

Visando a respondê-la, apresento na seção 1.2. argumentos e considerações que tornam este estudo pertinente nesta área atualmente.

1.2. Relevância deste Estudo

Tomando a Educação Matemática como área comprometida com o ensino e a aprendizagem de Matemática e, portanto, com a formação inicial docente dos profissionais desta disciplina, reforçamos a necessidade de utilizarmos os recursos das tecnologias informáticas nas ações educativas durante todo este processo de formação, para que estas mídias sejam agregadas à posterior docência destes licenciandos, considerando que estas já foram incorporadas às diversas culturas e realidades sociais.

Entretanto, acreditamos que as experiências relacionadas ao uso das tecnologias informáticas, as quais são vivenciadas na licenciatura, não devem se constituir em disciplinas de capacitação técnica, cujo objetivo principal seja apenas fornecer noções elementares de uso das mesmas, ou então propiciar ao futuro professor a aquisição de saberes pertinentes a estes recursos por meio da realização de atividades desvinculadas das educacionais, mas sim, devem favorecer o desenvolvimento de competências de uso pedagógico das mídias informáticas e levar em conta o papel social da Educação Matemática.

A Educação Matemática, na perspectiva deste trabalho, tem um compromisso com a formação de profissionais com capacidade criativa e conscientes de seu papel na sociedade. Outrossim, é necessário que estes docentes saibam abordar a Matemática, mostrando a seus alunos as suas particularidades e que a mesma se faz presente em diversas atividades humanas. Isto é, o licenciando em Matemática precisa receber formação que lhe possibilite assumir a prática docente como compromisso social, que seja um pesquisador de sua prática pedagógica e promovedor da integração entre tecnologia e Educação.

No que tange ao processo de formação docente voltado às demandas atuais e considerando a área de Matemática, Perez (2004, p. 252) argumenta que

a formação do professor deverá constituir novos domínios de ação e investigação, de grande importância para o futuro das sociedades, numa época de acelerada transformação do ser humano, que busca desenvolver seu projeto de cidadania. Exige-se, hoje, da profissão docente, competências e compromissos não só de ordem cultural, científica e pedagógica mas, também, de ordem pessoal e social, influenciando nas concepções sobre Matemática, educação e ensino, escola e currículo.

Sob esta perspectiva, ponderamos que, atualmente, novas e distintas reflexões sobre o processo de formação inicial docente em Matemática se fazem necessárias em virtude das constantes transformações verificadas nas sociedades e nas diversas culturas. Do mesmo modo, consideramos que o movimento de inserção e utilização das mídias informáticas na prática pedagógica desta disciplina (e também em outras) tem suscitado profundas modificações no contexto educacional, tanto na estrutura física e pedagógica da escola, quanto na organização da sala de aula.

Além disso, acreditamos que as ações educativas em Educação Matemática têm um compromisso, não apenas com o ensino e a aprendizagem de Matemática, mas também com questões sociais como democracia, cidadania e inclusão social. Igualmente, pressupomos que a incorporação das mídias informáticas nos processos educacionais vigentes pode oferecer novas possibilidades de ensinar e construir conhecimento, contribuindo, destarte, para a concretização de mudanças na sociedade.

Entretanto, para que estas ações sejam possíveis, o futuro professor precisa estar envolvido no seu processo de desenvolvimento pessoal e profissional, de modo que ele possa desenvolver competências de uso investigativo das mídias informáticas no contexto das suas experiências educacionais, nas quais ele adquire saberes específicos da sua área de atuação e saberes pedagógicos do exercício da profissão docente.

Porém, há que se admitir que qualquer iniciativa de mudança no meio educacional, principalmente no que se refere à incorporação das mídias informáticas às práticas pedagógicas, pressupõe investimento por parte da escola, incluindo-se mudanças na infraestrutura física, na organização curricular e no planejamento pedagógico.

Ainda, salientamos que é preciso haver uma conscientização do corpo docente e da equipe diretiva da necessidade de tais mudanças, assim como a qualificação dos envolvidos neste processo de transição. Por outro lado, sabemos que algumas iniciativas de mudança são inviáveis se não houver incentivo dos órgãos governamentais por meio da criação de políticas públicas favoráveis à melhoria da qualidade de ensino.

Tomando como ponto de partida as considerações anteriores, argumentamos que a ênfase dada neste estudo à questão da formação inicial, a qual tem sido discutida por Cox (2003), Guimarães e Dias (2003), Ponte *et al.* (2003), Penteado (2004) e Almeida (2003), parte do princípio de que toda e qualquer forma de implementação de mudanças no contexto educacional requer preparação adequada dos sujeitos envolvidos neste meio, principalmente do professor, pois é ele quem vai mediar esta transição.

Com relação à preparação do professor para ser promovedor de mudanças no contexto educacional, Cox (2003, p. 107) acrescenta que a qualificação

dos professores é requisito indispensável a toda a construção e/ou reconstrução do processo educacional escolar, pois o docente, em conjunto com o aluno, constitui a instância escolar mais próxima da formação propriamente dita do ser humano, objetivo-fim primordial da educação: a formação do homem.

Seguindo esta perspectiva e considerando a complexidade da função docente, Almeida (2003) comenta que a formação do profissional da Educação pode se realizar sob diferentes enfoques e deve ser assumida como um processo contínuo e não como um produto acabado. Ou seja, do ponto de vista desta autora, é preciso haver uma suplementação entre os processos de formação inicial e continuada.

Partindo das colocações anteriores propomos neste estudo uma intervenção pedagógica com alunos da Licenciatura em Matemática, a qual coaduna o trabalho com projetos e o uso de tecnologia informática, tendo como pano de fundo a disciplina de Geometria Analítica, visando a contribuir com o processo de formação inicial docente.

A referida estratégia de trabalho está apoiada na visão construcionista de aprendizagem, base teórica que fundamenta este estudo, a qual, segundo Maltempo (2004; 2005), Almeida (2000) e Valente (1993; 1999; 2003b), propõe a aprendizagem como um processo centrado no aluno, à medida que ele pode ter autonomia para executar suas ações físicas e mentais, estimulado pela criatividade, curiosidade e interesse pessoal.

Levando em conta as inquietações da pesquisadora apresentadas na seção 1.1., juntamente com o objetivo desta pesquisa que é analisar e descrever como trabalhar com projetos, usando software de geometria dinâmica, visando a favorecer a formação de futuros professores de Matemática, a realização do presente estudo torna-se relevante, pois podemos estar colaborando com as discussões que circundam a modificação da concepção vigente nos cursos de licenciatura, nos quais a formação específica é vista como sendo desvinculada da formação tecnológica e pedagógica.

Ademais, considerando que existem atualmente políticas públicas educacionais preconizando que a formação pedagógica e específica dos profissionais da Educação devem ocorrer simultaneamente ao longo da licenciatura, da mesma forma que a capacitação tecnológica precisa desenvolver-se no âmago das experiências educacionais do licenciando, ponderamos que este processo carece de novas investigações, pois ainda não se sabe como promovê-lo para que tais objetivos sejam priorizados.

Por outro lado, este estudo é também uma forma de reforçar a necessidade de revermos as concepções de uso de softwares educativos, uso este que pode se dar de modo mais dinâmico e aberto, conforme o aprendiz passa a ter autonomia para criar suas atividades e investigar temas que lhe são interessantes ou que ele apresente deficiências.

Outro aspecto que precisa ser mencionado é que a Geometria Analítica é uma das disciplinas dos currículos de ensino superior, como Engenharia, Matemática, Ciência da Computação, por exemplo, que apresenta, segundo Di Pinto (2000), um dos maiores índices de reprovação (39% aproximadamente), revelando a problemática desta disciplina.

As pesquisas desenvolvidas por Cavalca (1997) e Munhoz (1999) mostram que, de um modo geral, a forma como esta disciplina vem sendo tratada ao longo do ensino médio e superior contribui para o agravamento desta realidade, à medida que há uma lacuna na transição da representação geométrica para algébrica de conceitos e propriedades inerentes à mesma. E, além disso, é oportuno ressaltar que, as pesquisas que tratam da abordagem de Geometria Analítica usando software de geometria dinâmica são ainda muito escassas no âmbito da Educação Matemática.

Não obstante, Passos (2004) pondera que a necessidade de haverem mais pesquisas focando a integração dos recursos tecnológicos à Educação Matemática se deve, entre outras coisas, ao fato das mídias informáticas estarem presentes no cotidiano das pessoas, mediando suas atividades e relações sociais, bem como da facilidade com que os jovens assimilam conhecimentos e estratégias de uso das mesmas.

Em resumo, procuramos apresentar nas duas primeiras seções (1.1. e 1.2) argumentos que contribuíram para a delimitação do tema desta pesquisa, bem como apontar e esclarecer aspectos que justificam a relevância desta investigação à Educação Matemática atualmente. Porém, com o intuito de prover ao leitor uma visão geral da investigação, apresentamos na seção 1.3. uma breve síntese de cada um dos capítulos que compõem esta dissertação, destacando as questões teóricas relacionadas à pergunta diretriz deste trabalho e os temas que são abordados em cada um dos capítulos que o constituem.

1.3. Estrutura da Dissertação

A presente dissertação se constitui de sete capítulos, além das referências e os anexos. Dos sete capítulos, este primeiro relata a trajetória pessoal, profissional e acadêmica da pesquisadora, traz argumentos que justificam a relevância deste estudo no âmbito da Educação Matemática, explicitando a problemática que orienta a investigação, assim como apresenta a estrutura da dissertação.

Os capítulos 2 e 3 constituem o referencial teórico da pesquisa, sendo que, o capítulo 2 traz considerações sobre as mudanças sucedidas na organização social das distintas culturas devido ao acelerado e contínuo desenvolvimento do setor tecnológico. Também apresenta reflexões sobre os princípios do Construcionismo e a espiral de aprendizagem, levando em conta os resultados de estudos recentes sobre este tema e busca caracterizar a problemática que cerca a abordagem da disciplina de Geometria Analítica atualmente.

O capítulo 3 foca questões atinentes ao processo de formação docente, trazendo um panorama das pesquisas realizadas nesta área nos anos 80 e 90, salientando as tendências verificadas nesse período. Ademais, são destacadas algumas propostas sugeridas pelas políticas públicas no intuito de promover modificações na Educação.

Também neste capítulo tecemos considerações sobre as possíveis contribuições e os desafios que o uso dos recursos das tecnologias informáticas oferece ao processo de formação profissional docente, bem como são apontadas algumas contribuições da teoria construcionista de aprendizagem e do trabalho com projetos à formação inicial docente.

No capítulo 4 explicitamos algumas concepções de pesquisa qualitativa que são propostas por diversos autores, entre eles Borba e Araújo (2004), Denzin e Lincoln (2000), D'Ambrosio (2004) e seus pressupostos teóricos e metodológicos, visando a identificar elementos que reforcem a argumentação de que tal paradigma de pesquisa é adequado a este estudo, pois fornece uma melhor caracterização do mesmo.

Ainda neste capítulo é feita a descrição de todos os procedimentos metodológicos que delinearão e tornaram o trabalho de coleta e análise de dados viável. Tais procedimentos, dentre eles a combinação de diversas técnicas de coleta de dados, foram planejados e executados visando a fornecer maior profundidade ao estudo.

O capítulo 5 é dedicado a descrever o processo de seleção dos sujeitos que compuseram o cenário da investigação e a apresentar as características de cada um dos participantes. Também apresenta o perfil do grupo que participou do estudo e traz uma descrição resumida dos momentos que caracterizaram o desenvolvimento dos projetos.

Na última seção do quinto capítulo são apresentadas considerações baseadas na avaliação da pesquisadora e dos licenciandos com relação ao encaminhamento das atividades que constituíram cada um dos encontros promovidos, procurando focar pontos críticos e aspectos positivos dos mesmos.

No sexto capítulo é apresentada a análise dos dados com ênfase às inferências da pesquisadora, as quais se baseiam no confronto dos dados obtidos com o referencial teórico adotado no presente estudo. Este capítulo também exhibe transcrições originais das conversas registradas entre os licenciandos no decorrer das atividades, suas conjecturas com relação aos conceitos abordados nos projetos, bem como seus depoimentos avaliando os aspectos positivos e pontos negligenciados na estratégia de trabalho adotada com eles.

O capítulo sete expõe ao leitor as considerações finais da pesquisa, levando em conta a análise dos dados obtidos, destacando possíveis contribuições deste estudo à Educação Matemática e as potencialidades da intervenção realizada ao processo de formação inicial docente em Matemática. Ainda, aponta perspectivas para pesquisas futuras que podem vir a ampliar as dimensões deste estudo e investigar outras possibilidades de promovermos a formação do profissional da Educação, em sintonia com as necessidades do tempo presente.

Nos anexos encontram-se, na íntegra, cada um dos projetos desenvolvidos pelas duplas de alunos engajados na investigação e os questionários aplicados aos mesmos.

Encerramos este capítulo esclarecendo ao leitor que todos os temas e questões aqui levantadas como, por exemplo, formação inicial docente, tecnologias informáticas aplicadas à Educação, a problemática que caracteriza a disciplina de Geometria Analítica nos cursos superiores atualmente, bem como o desenvolvimento de projetos nas práticas educativas, são tratadas com maior profundidade nos capítulos 2 e 3 desta dissertação.

CAPÍTULO 2

2. TECNOLOGIAS INFORMÁTICAS E EDUCAÇÃO MATEMÁTICA

Este capítulo é dedicado a abordar questões concernentes às implicações do desenvolvimento tecnológico, particularmente das tecnologias informáticas, à organização social dos grupos de indivíduos, às formas de transmitir e armazenar informações e aos modos de se construir conhecimentos, as quais trazem vicissitudes às práticas educativas.

Na seqüência deste capítulo são apresentadas considerações relacionadas às mudanças necessárias no contexto educacional devido à presença das tecnologias informáticas, dentre elas a redefinição do papel do professor e do aluno neste novo cenário e são explicitadas as contribuições da visão construcionista de aprendizagem à construção do conhecimento matemático. Além disso, o capítulo traz reflexões sobre a problemática que cerca a disciplina de Geometria Analítica nos cursos de graduação atualmente e as tendências apontadas pelas pesquisas relacionadas ao uso de softwares de geometria dinâmica no ensino de Matemática.

2.1. Tecnologias Informáticas e a Reestruturação Social

As mudanças que vêm ocorrendo em ritmo acelerado na sociedade atual, as quais abrangem a ciência e a tecnologia, trazem consigo novas formas de trabalho, novos modos de vida e influenciam a economia, a política, os modos de comunicação e organização social das diferentes culturas e grupos sociais.

Abordando esta questão, Lévy (1999, p. 24) diz que “jamais a evolução das ciências e das técnicas foi tão rápida, com tantas conseqüências diretas sobre a vida cotidiana, o trabalho, os modos de comunicação, a relação com o corpo, com o espaço etc”.

Ainda discutindo o desenvolvimento tecnológico e suas implicações no contexto social, este autor acrescenta que a

evolução da técnica, o progresso da ciência, as turbulências geopolíticas e os elementos aleatórios dos mercados dissolvem os ofícios, pulverizam as comunidades, obrigam as regiões a se transformar, as pessoas a se deslocar, mudar de lugar, de país, de costumes e de língua (p. 42).

Nesta perspectiva, inferimos que as mudanças na sociedade sofreram novo impulso com o surgimento do computador, o qual se tornou rapidamente o instrumento essencial ao intercâmbio mundial de todos os setores da sociedade. Hoje, os fios da teia global são as redes de computadores, Internet, telefones celulares, as máquinas de fax e satélites interligando pessoas, empresas, culturas e nações em operações que se movem em altíssima velocidade.

A chegada dos computadores, de acordo com Lévy (1999), proporcionou, nas últimas décadas, um grande salto tecnológico no setor industrial e das telecomunicações. Esse progresso, além de gerar novas demandas aos diferentes contextos sociais, suscitou mudanças nas formas de se construir conhecimento à medida que novos instrumentos (computadores, calculadoras eletrônicas, fax, telefones celulares, sensores, *palm tops*, gravadores digitais, câmeras fotográficas, filmadoras digitais, dispositivos para armazenamento de dados como disquetes, cds, dvds e pen-drive) são desenvolvidos e incorporados ao dia a dia das pessoas.

Sob este prisma, o uso dos recursos tecnológicos tem se tornado necessário à participação do indivíduo na sociedade moderna, no mercado de trabalho e nos diferentes grupos sociais e culturais, assim como a presença dos mesmos tem modificado as formas de registrar e armazenar a história dessas culturas. Esta necessidade, conseqüentemente, vem se refletindo no meio escolar e acadêmico e, também, na prática docente, na medida em que o setor educacional é incitado a investir na inserção e investigação destes instrumentos nas atividades pedagógicas, visando a preparar os alunos para interagirem no novo cenário social que vem se definindo e a contribuir para a promoção de mudanças no mesmo.

Partindo dos pressupostos acima e considerando as implicações do progresso do setor tecnológico no contexto educacional, Penteado (2004, p. 284) acrescenta que

o movimento, a velocidade, o ritmo acelerado com que a Informática imprime novos arranjos na vida fora da escola caminham para a escola, ajustando e transformando esse cenário e exigindo uma revisão dos sistemas de hierarquias e prioridades tradicionalmente estabelecidos na profissão docente.

A citação acima sugere que a inserção das tecnologias informáticas no cenário educacional impõe mudanças drásticas neste contexto e com isso a comunidade escolar ou acadêmica é levada a repensar as diversas questões que emergem dessa iniciativa, entre elas, a participação do professor nesta transição, as mudanças teórico-metodológicas necessárias à prática docente, a reorganização do espaço físico e as possibilidades de acesso a estes recursos pelos estudantes, promovendo a inclusão social dos mesmos conforme proposto por Skovsmose (2004).

Por outro lado, sabemos que o acesso do aluno à informática é ainda um desafio para muitas instituições. Contudo, Borba e Penteadó (2001, p. 17) argumentam que esse contato

deve ser visto como um direito e, portanto, nas escolas públicas e particulares o estudante deve poder usufruir de uma educação que no momento atual inclua no mínimo, uma “alfabetização tecnológica”. Tal alfabetização deve ser vista não como um Curso de Informática, mas, sim, como um aprender a ler essa nova mídia. Assim, o computador deve estar inserido em atividades essenciais, tais como aprender a ler, escrever, compreender textos, entender gráficos, contar, desenvolver noções espaciais etc. E, nesse sentido, a informática na escola passa a ser parte da resposta a questões ligadas à cidadania.

Estas colocações reforçam a necessidade da escola investir no uso e na exploração dos recursos que estão presentes no presente cenário social (computadores, softwares, Internet, simuladores, jogos eletrônicos, planilhas, calculadoras etc.) com o objetivo não apenas de permitir o acesso do aluno a esses recursos, mas, principalmente, para auxiliá-lo na construção do conhecimento e integrá-lo à sociedade.

Discussões atinentes ao processo de construção do conhecimento são muito comuns atualmente e devido às implicações das mídias informáticas aos mecanismos de transmissão e manipulação de informações, bem como a ampliação das formas de comunicação, esta questão tem suscitado novas reflexões. A esse respeito Joly (2002, p. 7) argumenta que

A globalização da informação, aliada à possibilidade de que ela seja acessada em tempo real, determina que a educação se adapte à demanda social, utilizando-se de recursos mais criativos, para assim chegar a desenvolver nos alunos habilidades de busca seletiva da informação útil, atual e de aplicação imediata, com o objetivo de formar indivíduos autônomos e capazes de lidar com novas tecnologias e novas linguagens.

A partir das considerações apresentadas acima ponderamos que práticas educativas como a transmissão de conhecimento, por exemplo, não se justificam mais e, embora saibamos que em alguns contextos o ensino ainda é estruturado neste modelo, acreditamos que este paradigma de ensino não atende as demandas da sociedade e do mercado de trabalho atualmente, pois as constantes transformações ocorridas nestes setores requerem indivíduos com múltiplas habilidades, capazes de se adaptar às novas situações e de lidar com os desafios que se apresentam neste novo cenário.

Levando em conta as necessidades do atual cenário social, tomamos, nesta investigação, a construção do conhecimento como sendo objetivo primordial dos processos educativos nas mais diversas áreas do conhecimento, pois estes têm um compromisso com a formação de indivíduos criativos, que possuam iniciativa à tomada de decisões e que tenham consciência da necessidade de estarem em constante desenvolvimento.

Além disso, considerando que a construção do conhecimento não se sustenta apenas na prática repetitiva de exercícios, na qual o aluno, muitas vezes, não tem a possibilidade de refletir e conjecturar sobre temas abordados nas atividades de sala de aula ou investigar propriedades e conceitos inerentes a estes conteúdos, a prática docente demanda novas reflexões. Nesta perspectiva, o processo de construção do conhecimento requer um ambiente propício à criatividade, investigação e discussão acerca dos temas abordados.

As características de um ambiente favorável à construção do conhecimento, as quais são comuns aos laboratórios informatizados de ensino, serão discutidas segundo os princípios da visão construcionista de aprendizagem apresentada a seguir.

2.2. Algumas Concepções do Construcionismo

O Construcionismo, teoria de aprendizagem iniciada entre os anos 70 e 80 pelo matemático sul africano Seymour Papert, sugeria inicialmente a criação de ambientes de aprendizagem que pudessem facilitar a aprendizagem e o desenvolvimento do indivíduo por meio da interação deste com o computador. Porém, atualmente, esta teoria tem sido rediscutida por vários autores e com isso novas dimensões são apontadas.

Papert (2003) define Construcionismo como sendo a *aprendizagem por descoberta*, na qual o foco principal do processo educativo consiste em trabalhar com as idéias dos indivíduos e destaca a importância de se enriquecer os ambientes de aprendizagem onde os sujeitos estarão interagindo. Do mesmo modo, Maltempo (2004; 2005) caracteriza a aprendizagem construcionista como um processo centrado no aluno, a qual pode ser favorecida em atividades com projetos (construção de páginas Web ou de maquetes, por exemplo), desde que o indivíduo esteja realmente envolvido nessa atividade.

De acordo com este último autor, o Construcionismo defende a idéia que a aprendizagem ocorre especialmente quando o indivíduo está engajado em construir um *produto* de significado pessoal que pode ser mostrado a outras pessoas. Esta concepção está apoiada no conceito de que aprendemos melhor fazendo e, melhor ainda quando gostamos, pensamos e conversamos sobre o que fazemos.

Nesta investigação, a concepção de aprendizagem construcionista é adotada como aporte teórico em virtude da necessidade de analisarmos as potencialidades de uma intervenção pedagógica que combina o trabalho com projetos e com tecnologia informática, tendo a disciplina de Geometria Analítica como pano de fundo, quando aplicada ao processo de formação inicial docente em Matemática.

2.2.1. Ampliando as Dimensões do Construcionismo

Na perspectiva adotada neste estudo, o Construcionismo é definido, segundo Papert (1985; 1994), como sendo a proposta de utilização do computador no ambiente de aprendizagem como um instrumento para a construção do conhecimento e para o desenvolvimento do indivíduo. Da mesma forma, Valente (1993) acrescenta que a ênfase do fazer pedagógico deve estar centrada na aprendizagem e não no ensino, ou seja, no aluno.

Os estudos de Papert, segundo Almeida (2000), centravam-se na mente e não na máquina e tinham como pressuposto básico a utilização do computador como instrumento de *pensar-com* e *pensar sobre-o-pensar*. Ou seja, suponhamos que um aluno descreva em um ambiente de programação (Logo, por exemplo) os procedimentos para construir um quadrado, neste caso o software pode levá-lo a pensar sobre a descrição feita e sobre o que obteve.

Esta teoria originou-se, entre outras coisas, em virtude das oportunidades oferecidas pela informática à Educação, pois o uso dos computadores nos processos de ensino e aprendizagem possibilita a criação de ambientes auxiliares à construção do conhecimento, por meio da aplicação de metodologias distintas ou do aprimoramento das metodologias já utilizadas. O Construcionismo, na concepção de Papert, amplia a idéia do *Construtivismo*⁷ de Piaget, no que diz respeito à teoria do conhecimento sobre como a criança aprende quando ela é inserida em um ambiente informatizado, considerando as influências das relações sociais que se estabelecem entre os sujeitos envolvidos e dos instrumentos presentes nesse ambiente para o desenvolvimento dos mesmos.

Refletindo sobre essa questão, Maltempo (2004, p. 265) postula que Construcionismo

é tanto uma teoria de aprendizado quanto uma estratégia para educação, que compartilha a idéia construtivista de que o desenvolvimento cognitivo é um processo ativo de construção e reconstrução das estruturas mentais, no qual o conhecimento não pode ser simplesmente transmitido do professor para o aluno. O aprendizado deve ser um processo ativo, em que os aprendizes “colocam a mão na massa” (*hands-on*) no desenvolvimento de projetos, em vez de ficarem sentados atentos à fala do professor.

As considerações deste autor enfatizam a importância do aluno, em acordo com o professor, ser o sujeito ativo da sua aprendizagem, decidindo as suas estratégias de trabalho, determinando qual artefato será construído para atender ao plano estabelecido pelo professor e quais conceitos ele se propõe a abordar nessa construção.

⁷ Construtivismo é, segundo Moreira (1999), uma posição filosófica cognitivista interpretacionista. Tudo o que o sujeito conhece é construído a partir de sua própria experiência. O sujeito precisa do meio para adquirir o conhecimento e o meio necessita da ação do sujeito para ser modificado e, influenciado por esta interação o indivíduo constrói o conhecimento.

Ou seja, para o Construcionismo, o processo de construção do conhecimento pode ser favorecido por meio da interação do indivíduo com o computador, propondo que, conforme ele interage com este instrumento, ele é instigado a investigar e refletir sobre o produto da sua construção, sobre o processo de construção e sobre sua ação mental ou física.

A aprendizagem construcionista foi explicada por Valente (2002) através de uma seqüência de ações pelas quais uma tarefa ou um projeto é desenvolvido pelo aluno. O desenvolvimento dessas etapas compõe a espiral caracterizada por *descrição – execução – reflexão – depuração*, que se estabelece na interação do aluno com o computador. Porém, esclarecemos que a noção de espiral surgiu mais tarde e veio ampliar a descrição do processo de aprendizagem apresentada por Valente (1993), na qual esta seqüência de ações era denominada *ciclo de aprendizagem*. Esta redefinição se fez necessária, pois no processo real de aprendizagem as ações não se apresentavam de maneira seqüencial e linear.

Levando em conta que o trabalho com projetos é uma atividade que converge com os princípios do Construcionismo, propomos uma descrição de cada uma das ações que compõem a espiral proposta por Valente (2002) visando a fornecer ao leitor uma visão geral desta teoria. Além disso, esta discussão ajuda a explicitar aspectos presentes nos dados obtidos na investigação que podem revelar as ações verificadas na elaboração dos projetos.

Para Valente (2003c), cada uma das ações da espiral complementa as outras, mesmo que ocorram simultaneamente e, à medida que a tarefa assumida pelo aluno vai sendo executada, o processo pode se repetir muitas vezes dando a idéia de espiral. No intuito de favorecer o entendimento das ações que constituem a espiral proposta na aprendizagem construcionista, apresentamos a seguir uma breve descrição de cada uma delas.

A primeira etapa da espiral é denominada *descrição* e se refere ao processo de descrever no computador os procedimentos que vão dar forma à idéia ou plano de ação do aprendiz ou usuário e a *execução* (segunda etapa) é a ação da máquina sobre a descrição realizada pelo aprendiz, na qual os procedimentos descritos são interpretados e colocados em prática, desde que sejam coerentes com a representação simbólica usada pelo software. Por exemplo, um aluno descreve em um ambiente de programação (Pascal, por exemplo) um algoritmo para calcular a velocidade de lançamento de um projétil que percorre uma distância horizontal x em um intervalo de tempo t , considerando-se a aceleração da gravidade g e a resistência do ar r . Supondo que a descrição feita é correta, no momento em que ele ordenar ao software que execute o procedimento, uma nova janela é aberta, na qual o aluno deverá informar os dados de entrada (distância, tempo, aceleração da gravidade e resistência do ar) para que o programa forneça a velocidade de lançamento (dado de saída).

A *reflexão* é a terceira etapa da espiral. Esta é muito importante para o processo de construção do conhecimento, pois é aí que o aprendiz mantém um olhar crítico sobre o produto de sua criação. É nesta que ele pode refletir sobre os procedimentos e conceitos usados na construção do referido artefato. A *depuração* (quarta etapa) é o momento em que o aprendiz pode pesquisar nas fontes disponíveis novas informações que possam melhorar uma atividade ou conceito que não estava sendo abordado adequadamente, bem como propor distintas soluções ou corrigir erros cometidos na descrição. A depuração, algumas vezes, acontece à medida que o aprendiz reflete sobre a descrição realizada e, em outros casos, ela ocorre somente quando o indivíduo recebe *feedback* de outra pessoa.

Neste momento o papel do professor é essencial, pois ele precisa instigar o aluno a pensar sobre o que está fazendo, indagando sobre seus planos e hipóteses, sobre o que está ocorrendo ou sobre o que ele pensa que vai ocorrer, favorecendo a continuidade da espiral por meio da reflexão e da reconstrução do produto ou da atividade sugerida pelo docente.

Valente (2003c) acrescenta ainda que no caso do aluno não estar satisfeito com o produto de sua construção, ele pode retomar a descrição e acrescentar novas informações, dando início a um novo processo, que pode se repetir inúmeras vezes até que ele fique satisfeito com o resultado obtido e que

embora as ações estejam sendo apresentadas de modo independente e seqüencial, na prática elas podem ocorrer simultaneamente. Essa separação é feita para compreender o papel de cada uma dessas ações no processo de construção do conhecimento (VALENTE, 2002, p. 30).

Por outro lado, Rosa (2004) esclarece que embora a espiral dá a idéia de uma seqüência ordenada de etapas, ela pode ocorrer não necessariamente desta forma. Para este autor, as etapas da espiral podem ocorrer de forma desordenada, isto é, não seqüencial, onde a *reflexão* pode vir antes da *execução*, caracterizando um *turbilhão de aprendizagem*⁸.

Ampliando esta discussão, este mesmo autor acrescenta que não apenas as atividades de programação, mas também outras atividades como o desenvolvimento de projetos, construção de páginas de Internet e investigação de jogos educacionais, favorecem a apresentação não seqüencial da espiral de aprendizagem. Isto é, ao elaborar seu projeto, por exemplo, o indivíduo pode *refletir* sobre o conteúdo nele apresentado antes mesmo de *executá-lo*, assim como ele pode *depurar* um erro durante a *descrição* dos procedimentos sem necessariamente ter refletido acerca do conteúdo abordado ou sobre os conceitos envolvidos.

⁸ Extensão da noção de espiral de aprendizagem construcionista proposta por Rosa (2004).

Portanto, na visão construcionista o uso do computador propicia a descrição da ação do sujeito, que a partir do *feedback* fornecido pelo professor, pela mídia utilizada ou pelos colegas, pode refletir e depurar a sua própria ação-pensamento. Neste enfoque, Almeida (2000) pondera que a utilização desta seqüência de ações representa uma atitude diante da aprendizagem e do conhecimento, e que a mesma não deve ser tomada como uma técnica ou uma metodologia que os orienta.

Outrossim, de acordo com a visão construcionista, para que a aprendizagem ocorra satisfatoriamente apenas a interação do aluno com o computador não é suficiente. O ambiente no qual o trabalho é desenvolvido também pode ser fator determinante para o sucesso da atividade educacional e para que o objetivo da mesma seja alcançado. Tal ambiente deve propiciar a prática investigativa e reflexiva, respeitar a individualidade de cada um dos sujeitos que constituem este cenário e promover o entrosamento e a troca de experiências entre os mesmos, favorecendo, destarte, a construção do conhecimento.

Do ponto de vista de Papert (1991), a construção do conhecimento é um processo que implica no uso de procedimentos e recursos metodológicos adequados e eficientes, incluindo-se a criação de um ambiente propício à aprendizagem, de modo que os objetivos da tarefa ou da atividade educativa sejam realmente atingidos.

Abordando as características de um ambiente favorável a construção do conhecimento, Maltempi (2004, p. 266) considera que

embora a tecnologia seja realmente importante e constitua um dos focos centrais da pesquisa construcionista, para o Construcionismo um ambiente educacional efetivo exige muito mais do que o aprendiz e um computador. É preciso um ambiente acolhedor que propicie a motivação do aprendiz a continuar aprendendo, um ambiente que seja rico em materiais de referência, que incentive a discussão e a descoberta e que respeite as características específicas de cada um.

A relevância de se promover um ambiente de aprendizagem propício à investigação deve-se ao fato que este espaço favorece o intercâmbio entre aluno e professor, a troca de idéias e experiências, o entrosamento entre os mesmos, o desenvolvimento da prática reflexiva e da capacidade de argumentação, a formação da opinião crítica e, principalmente, favorece a construção do conhecimento.

Porém, a constituição de ambientes de aprendizagem pautados no Construcionismo, deve privilegiar cinco características principais, que formam os alicerces desta teoria educacional. Estas dimensões, segundo a abordagem de Maltempi (2004), servem para nortear a criação de tais ambientes, quando a atividade educativa planejada para favorecer o uso das tecnologias informáticas, toma o trabalho com projetos como estratégia pedagógica.

A primeira característica considerada por Maltempí (2004) é denominada *dimensão pragmática*. Esta se refere à “sensação que o aprendiz tem de estar aprendendo algo que pode ser utilizado de imediato, e não em um futuro distante. O despertar para o desenvolvimento de algo útil coloca o aprendiz em contato com novos conceitos” (p. 267). Do mesmo modo, este autor sustenta que a assimilação destes conceitos carrega um sentido prático que incita o aluno a permanecer no processo de busca por novos conhecimentos.

A *dimensão sintônica* é a segunda característica a ser considerada na promoção de ambientes de aprendizagem de caráter construcionista. Do ponto de vista do autor supracitado, “a construção de projetos contextualizados e em sintonia com o que o aprendiz considera importante fortalece a relação aprendiz-projeto, aumentando as chances de que o conceito trabalhado seja realmente aprendido” (p. 267). E, para que este propósito seja atingido, é importante conceder autonomia aos alunos na delimitação dos assuntos que vão ser abordados e que o professor oriente o processo de escolha.

Destacamos agora a *dimensão sintática*, a qual faz alusão à possibilidade do indivíduo acessar livremente os elementos básicos que constituem seu ambiente de aprendizagem. Favorecido por este contato, o estudante pode adquirir mais conhecimento sobre estes elementos, à medida que interage com eles, segundo suas necessidades e crescimento cognitivo. “O ideal seria que os materiais usados pudessem ser acessados sem nenhum pré-requisito e que também oferecessem um escopo de desenvolvimento ilimitado” (p. 267-68).

O estudo do referido autor explicita, também, a *dimensão semântica*. Esta ressalta a importância do indivíduo ter a oportunidade de explorar e manipular elementos que “carreguem significados que fazem sentido para ele, em vez de formalismos e símbolos. Para que, através de manipulação e construção, os aprendizes possam ir descobrindo novos conceitos, é necessário que os materiais usados carreguem significados múltiplos” (p. 268). Maltempí (2004) comenta, ainda, que estes elementos devem estar impregnados de idéias e conceitos relacionados ao conteúdo que está sendo estudado.

Por fim, anunciamos a *dimensão social* que caracteriza um ambiente de aprendizagem construcionista. Esta característica foca a necessidade de haver o entrelaçamento da atividade pedagógica sugerida pelo docente com as relações sociais que se estabelecem neste espaço e com a cultura do mesmo. Ampliando a discussão acerca desta dimensão, Maltempí (2004) comenta que para promover um ambiente de aprendizagem, é adequado que o professor utilize materiais de valor cultural para o aluno. “Nesse sentido, a programação de computadores e o domínio da tecnologia em geral representam bons materiais a serem aproveitados, uma vez que são bem valorizados na sociedade atual” (p. 268).

Analisando o papel da tecnologia informática, Maltempo (2004, p. 265) acrescenta que

Papert posiciona o computador como algo que viabiliza a criação de situações mais propícias, ricas e específicas para a construção de conhecimento. Estas situações geralmente estão relacionadas com o desenvolvimento de projetos, pois o aprendiz tem mais oportunidade de aprender quando está ativamente engajado na construção de um artefato sobre o qual possa refletir e mostrar a outras pessoas.

Ainda, na visão construcionista, o processo de ensino precisa ser revisado constantemente para que permita ao aluno atingir novos patamares de compreensão. Sob este enfoque, o ensino não pode ser encarado como mecanismo de transmissão de informações, assentado em abordagens puramente expositivas ou na resolução de longas listas de exercícios baseados na aplicação de fórmulas, mas sim, precisa levar em conta as necessidades e interesses dos alunos e permitir que eles sejam os responsáveis pela sua aprendizagem. Uma das formas de colocar o aluno à frente do seu aprendizado e desenvolvimento é promovendo situações educacionais que incorporem à prática do professor o trabalho com projetos.

Desenvolver projetos na prática pedagógica é, de acordo com Valente (1999, p. 98), uma atividade que pode trazer contribuições significativas à aprendizagem, pois

aprender um determinado assunto, deve ser o produto de um processo de construção do conhecimento realizado pelo aprendiz e por intermédio do desenvolvimento de projetos, que usam o computador como uma fonte de informação ou recurso para resolver problemas significativos para o aprendiz.

Em resumo, no Construcionismo a aprendizagem pode ser favorecida se o conceito ou assunto abordado possuir significado pessoal para o aluno, isto é, precisa estar voltado aos interesses, aspirações e idéias do mesmo, bem como ser fruto de sua construção. Porém, para que este propósito seja alcançado, de acordo com Papert (1994), o fazer pedagógico deve permitir que o aluno assuma o comando do seu processo de desenvolvimento.

Almeida (2000, p. 21) propõe que com a utilização das tecnologias informáticas na prática pedagógica, segundo a visão construcionista, o que se busca é

uma transformação educacional, o que significa uma mudança de paradigma, que favoreça a formação de cidadãos mais críticos, com autonomia para construir o próprio conhecimento. E que, assim, possam participar da construção de uma sociedade mais justa, com qualidade de vida mais igualitária. O uso dos computadores em Educação pode potencializar tais mudanças.

Esta visão é partilhada também por Skovsmose (2004) que enfatiza o papel transformador dos computadores no cenário educacional, considerando que estes além de promoverem novas possibilidades de ensinar e aprender, também podem auxiliar o professor na tarefa de formar cidadãos conscientes de seu papel social e político na sociedade.

No tocante ao papel do professor no atual contexto e seu compromisso com a aprendizagem dos alunos, novas e polêmicas discussões têm surgido na comunidade de educadores matemáticos e com isso novas formas de conceber e tratar o ensino de Matemática despontam neste cenário. Em conseqüência deste movimento, outras questões pertinentes à Educação Matemática estão emergindo, as quais são tratadas a seguir.

2.3. Tecnologias Informáticas e Educação Matemática: reflexões sobre a prática pedagógica em Matemática

A necessidade de explorar os recursos da informática nas aulas de Matemática tem propiciado transformações no ambiente educacional que incluem, a modificação dos processos de ensino e aprendizagem, a abordagem diferenciada de conceitos matemáticos, a necessidade do professor estar em contínua formação, além de ter contribuído para o desenvolvimento de um número significativo de softwares, simuladores e jogos eletrônicos.

No que tange ao papel da escola no atual contexto, Marinho (2002, p. 42) postula que

a escola começa a tomar consciência de que está sendo desafiada num processo de reformulação necessária para atender às exigências contemporâneas de uma educação de qualidade. A questão da obrigação da escola de preparar alunos para uma sociedade informatizada está clara para alunos e professores.

Por outro lado, o uso das mídias informáticas na prática docente gera inseguranças, desconforto e estresse na medida em que o professor se depara com desafios e situações, para as quais ele não está preparado, assim como exige da escola uma reestruturação curricular.

Da mesma forma, as transformações ocorridas no cenário educacional, decorrentes da inserção das tecnologias informáticas nas práticas pedagógicas, podem ter inúmeras implicações na estrutura do sistema de ensino, abarcando os procedimentos teórico-metodológicos, a estrutura física da instituição, a ampliação e modificação do currículo, bem como a redefinição dos papéis do docente e do aluno neste novo contexto.

Tratando das mudanças que o uso das tecnologias informáticas acarreta no cenário educacional, Valente (1993, p. 14) sustenta que

os computadores estão propiciando uma verdadeira revolução no processo de ensino e aprendizagem. Uma razão mais óbvia advém dos diferentes tipos de abordagens de ensino que podem ser realizados através do computador, devido aos inúmeros programas desenvolvidos para auxiliar o processo ensino-aprendizagem. Entretanto, a maior contribuição do computador como meio educacional advém do fato do seu uso ter provocado o questionamento dos métodos de processo de ensino utilizados.

Alguns estudos, entre eles Borba e Penteado (2001), consideram que a utilização de novas mídias (o computador, por exemplo) traz significativas transformações no modo de pensar dos indivíduos e conseqüentemente no processo de construção do conhecimento.

Ademais, acreditamos que o computador com seus diversos recursos é um instrumento com potencial didático que pode trazer contribuições aos processos de ensino e aprendizagem em Matemática, pois este dispõe de inúmeras funções e possibilidades de uso e, também, por estar presente no contexto social e acadêmico de diversas culturas e grupos sociais.

No entanto, sabemos que o uso do computador apenas como recurso para resolver seqüências de atividades fechadas⁹ estará contribuindo muito pouco para a modificação do processo de ensino e, por outro lado, não estará favorecendo a criação de um ambiente favorável à investigação, discussão e reflexão, o qual é proposto pelo Construcionismo como um meio de contribuir com a aprendizagem. Sob este prisma, o uso do computador serve apenas para “informatizar a aula tradicional” ou “domesticar o computador” e, segundo Valente (1999), atende aos princípios do *Instrucionismo*¹⁰, no qual muitas vezes não ocorre a construção do conhecimento e sim a repetição mecânica de regras e procedimentos.

Em contraposição, as atividades de caráter construcionista, como projetos, colaboram para a intensificação das relações inter-pessoais dos envolvidos nesse ambiente, pois promovem maior aproximação e estreitamento dos laços de amizade e confiança entre os mesmos, aspectos estes que são considerados essenciais ao bom andamento e melhor aproveitamento das atividades sugeridas, o que pode não ocorrer se cada indivíduo estiver executando suas listas de exercícios isoladamente.

As colocações do parágrafo anterior reforçam a concepção de que o computador não suplantará o professor, mas sim, segundo Oliveira (1997), que a combinação de ambos pode vir a contribuir significativamente para modificar o cenário educacional, desde que este uso seja favorável aos objetivos dos processos educacionais.

O medo que o computador pudesse substituir o professor chegou a preocupar alguns docentes na década de 80, mas devido aos resultados das pesquisas que investigavam o papel deste na prática pedagógica, tal receio foi se dissipando. Embora, na época alguns autores já estavam conscientes de que tal risco não existia, como podemos ver em Ponte (1986, p. 59), o qual afirma: “não faz sentido opor o computador e o professor. Será a combinação dos dois, ambos no máximo de suas possibilidades, que constituirá a equipe pedagógica do futuro”.

⁹ Atividades do tipo “receita de bolo” (faça isso, faça aquilo etc.).

¹⁰ É uma abordagem para o uso do computador em que a aprendizagem baseia-se na instrução, ou seja, na execução de um conjunto de regras e/ou procedimentos pelo aluno e que são ditados pelo professor.

A discussão acerca das possibilidades que as tecnologias informáticas oferecem às práticas educativas em Matemática requer que se mencione alguns dos recursos que são disponibilizados pelas mesmas, os quais podem trazer contribuições à aprendizagem. Dentre os mais comuns, por serem mais adequados às particularidades desta disciplina, citamos os softwares de geometria e geometria dinâmica, softwares de cálculo, estatísticos e gráficos, simuladores, planilhas de cálculo e jogos educativos. A maioria destes apresenta uma diversidade de versões e interfaces e alguns são distribuídos gratuitamente na Internet.

Das categorias citadas no parágrafo anterior, os softwares de geometria dinâmica, como o Geometricks, Cabri Géomètre, Cinderella, Doctor Geo, Geometer's Sketchpad, dentre outros, têm trazido contribuições à abordagem de Geometria em sala de aula, pois favorecem a representação e manipulação de formas, a investigação dos conceitos e propriedades geométricas e a reflexão sobre a aplicação destes em diversas situações.

Para Ponte *et al.* (2003, p. 160) o uso destas mídias nas práticas educativas permite “perspectivar o ensino da matemática de modo profundamente inovador, reforçando o papel da linguagem gráfica e de novas formas de representação e relativizando a importância do cálculo e da manipulação simbólica”. Nesta visão, atividades mediadas pelo uso de softwares permitem ao professor explorar as distintas formas de representar um dado problema (gráfica, algébrica e tabular), reforçando a relação existente entre elas e evitando que esta abordagem favoreça a predominância de uma sobre a outra.

Do mesmo modo, vemos o software como recurso auxiliar no processo de ensino que

além de servir, de maneira clara, para a exploração de resultados e para o incentivo de investigações, os softwares educacionais podem sugerir caminhos à realização de demonstrações desconhecidas, propondo artifícios que, muitas vezes, em demonstrações formais são necessários e de difícil compreensão (LOURENÇO, 2002, p. 105).

Portanto, o uso desta mídia informática (software) pode modificar o caráter das aulas de Geometria, assim como de Geometria Analítica, à medida que modifica a ação do aluno frente ao cenário sugerido, conferindo-lhe autonomia para planejar ações, executá-las e refletir sobre elas, ações estas que caracterizam o ambiente Construcionista de aprendizagem.

Sob este ponto de vista, Zulatto (2002, p. 93) acrescenta que “os softwares auxiliam também na realização de atividades investigativas, proporcionando um ambiente onde os alunos podem levantar conjecturas e testá-las”. Por sua vez, Papert (1994, p. 114) preconiza que “o computador provavelmente contribui para tornar a descoberta mais provável e também para torná-la mais rica”.

Por outro lado, tais abordagens, as quais priorizam a investigação, o diálogo entre alunos e a reflexão, não acontecem naturalmente em ambientes permeados pelo computador, mas sim, acontecem se forem promovidas pela ação consciente e qualificada do professor, contando, é claro, com o apoio e incentivo da equipe diretiva e pedagógica da escola.

Valente (2002) avalia que o papel do professor no ambiente de aprendizagem é determinante para a o sucesso da tarefa proposta, pois ele precisa manter o aluno realizando a espiral de aprendizagem, ajudando-o a explicitar o problema que está sendo tratado, conhecendo o aluno, compreendendo a forma como ele pensa, incentivando diferentes níveis de descrição e reflexão, facilitando a depuração e incentivando as relações sociais.

Além destes, apontamos outro aspecto a ser considerado na tarefa de promover um ambiente de aprendizagem permeado pelo computador, dentro da perspectiva do Construcionismo. Este quesito se refere à escolha do software que será usado em sala de aula, o qual deve ser adequado à atividade planejada pelo professor e ao nível dos alunos.

A escolha de um software parece ser uma tarefa simples, pois é preciso levar em conta a especificidade da disciplina e do conteúdo que se pretende abordar. Porém, sabemos que a avaliação do recurso a ser adotado não pode ser efetuada isolada do contexto. Isto é, o professor precisa considerar o nível de seus alunos, a familiaridade com a linguagem simbólica empregada pela mídia selecionada e os objetivos que pretende atingir por meio do uso da mesma. Além disso, precisa ter consciência de que o software por si só não realiza qualquer tipo de trabalho ou promove mudanças nos processos educacionais.

Seguindo esta perspectiva, Valente (2003c, p. 125) julga incoerente analisar um software isolado do contexto no qual será usado e comenta que

para se entender o papel dos computadores em Educação não deveríamos nos concentrar exclusivamente no software. Qualquer tentativa para analisar o software fora do contexto de seu uso pode resultar em uma visão simplista do mesmo e do seu potencial. Deveríamos observar como o estudante está usando o software para implementar sua atividade e se o professor está interagindo com o estudante desafiando-o no seu processo de construção do conhecimento¹¹.

Levando-se em conta as argumentações acima, ponderamos que os estudos que se dedicam a analisar as contribuições dos softwares às práticas pedagógicas em Matemática não podem basear-se apenas na avaliação do seu potencial didático, mas sim, na forma como os indivíduos ou alunos lidam com estes recursos e nas mudanças que estes podem promover.

¹¹ Thus, in order to understand the role of the computers in education we should not concentrate too much on the software. Any attempt to analyze the software out of the context of its use can result in a simplistic view of the software and its potential. We should observe how the student is using the software to implement her/his activity and whether the teacher is interacting with the student challenging her/him in the knowledge construction process.

Ampliando esta discussão, corroboramos a Miskulin (2003, p. 220) quando afirma que a “utilização da tecnologia na educação, por si só, não conduz à emancipação, nem à opressão de indivíduos; mas por outro lado, tal tecnologia está incorporada em contextos econômicos e sociais que determinam suas aplicações”.

Outrossim, salientamos que a utilização das mídias informáticas na prática pedagógica, como meio de viabilizar a aprendizagem do aluno, pressupõe uma preparação adequada do professor e a redefinição do papel da escola em função das necessidades do contexto social e político que este sujeito está inserido e, também, segundo Marinho (2002), é necessária uma mudança na própria concepção de Educação.

2.3.1. Tecnologias Informáticas e Educação Matemática: atribuições da escola e o papel do professor

Até o momento, foram abordadas questões relevantes que permeiam os debates acerca da integração do computador, juntamente com seus recursos, aos processos educacionais, porém, não se pode deixar de discutir outras questões igualmente importantes para o sucesso desta “parceria”, que são as atribuições da escola no cenário social e a preparação do professor para ser formador de pessoas críticas e conscientes de seu papel na sociedade.

A importância de abordarmos as atribuições da escola se deve ao fato de que esta necessita adaptar-se ao contexto que está colocada, buscando corresponder às necessidades do mesmo, isto é, deve preparar o aluno para participar consciente e criticamente do processo de transformação deste meio, o que caracteriza uma constante transformação social.

Sobre isso, Cox (2003, p. 20) pondera que é “papel da educação escolar capacitar o indivíduo para a vida. A escola deve preparar o ser humano para a sobrevivência, para viver e trabalhar dignamente, tomar decisões fundamentadas e estar apto a aprender continuamente”.

A capacidade de aprender continuamente provém das exigências impostas pelos avanços tecnológicos que, por sua vez, suscitam mudanças profundas na organização social, que implicam uma qualificação contínua por parte do indivíduo para atender esta demanda. No entanto, não apenas o aluno necessita preparar-se para esta sociedade, antes dele, os integrantes (professores, administradores, coordenadores) do meio escolar e acadêmico precisam estar adequadamente capacitados para esta tarefa. Segundo Cox (2003, p. 75)

o professor é peça-chave na estrutura de transformação da escola desencadeada pelos questionamentos levantados no estudo de inserção das máquinas de processar no ambiente escolar, pois é o fomentador natural da mudança na prática educacional, principalmente, em virtude do seu papel mediador entre alunos e administradores.

Corroborando a autora, avaliamos que o papel do professor é essencial na implementação de mudanças no cenário educacional no que tange ao uso das tecnologias informáticas na prática pedagógica e na modificação dos processos educativos usuais. De acordo com esta concepção, a ação docente na atual conjuntura visa a formar um novo tipo de aluno, o qual esteja preparado para tomar decisões e decidir o rumo de sua aprendizagem.

Convergindo para este ponto de vista, Mercado (1999, p. 89) assegura que o professor “consciente e crítico é capaz de compreender a influência da tecnologia no mundo moderno e é capaz de colocá-la a serviço da educação e da formação de seus alunos, articulando as diversas dimensões de sua prática docente, no papel de um agente de mudança”.

Não obstante, de acordo com Pais (2002), sabemos que a ação docente tem implicações diretas na natureza das ações dos alunos e, portanto, a ampliação das experiências pedagógicas permeadas pelo uso de mídias informáticas deve levar em conta este envolvimento e a necessidade do professor engajar-se na redefinição da própria prática, incorporando a ela o uso das tecnologias informáticas ao longo do seu processo de formação.

E ainda, na concepção de Almeida (2000), o professor atuante em consonância com os princípios do Construcionismo necessita permitir que seus alunos construam conhecimento dentro de um ambiente de aprendizagem propício ao desafio e a criatividade, motivando-os a explorar, refletir e depurar idéias, bem como a fazer descobertas por si mesmos.

Por outro lado, a questão da preparação do professor para interagir na atual sociedade suscita uma análise dos processos de formação, que na maioria dos casos são interpretados como mero treinamento, tendo por função ensinar-lhe a operar com o computador na realização de tarefas gerais. Porém, sabemos que a capacitação do profissional da Educação para atuar neste contexto social em constante transformação transcende esta interpretação, pois a aquisição de saberes de uso pedagógico das tecnologias informáticas deve se constituir em um processo amplo e contínuo que começa na formação inicial e estende-se ao longo da carreira profissional docente.

Voltando nossa atenção para a formação inicial, processo em que o professor está envolvido em construir embasamento teórico e conceitual da sua área específica, bem como os princípios pedagógicos inerentes à prática docente, e levando em conta as colocações de Pais (2002) a respeito das influências da prática docente nas ações dos alunos, ponderamos que é possível contribuir com o processo de formação inicial docente no que diz respeito ao uso pedagógico de tecnologias, promovendo experiências diversas com estes recursos durante toda a licenciatura.

Sumarizando, acreditamos que a preparação do professor crítico, reflexivo e aberto a desafios deve se iniciar na licenciatura, de modo que além de se privilegiar a teoria e a prática nesta etapa de desenvolvimento, deve-se colocá-los em contato com os recursos tecnológicos disponíveis no seu contexto, fornecendo-lhes subsídios para utilizá-los em sua prática futura de forma favorável aos objetivos de um ensino comprometido com a aprendizagem do aluno.

Além do mais, considerando que a incorporação das tecnologias informáticas aos processos educacionais é uma tendência que vem se consolidando em muitos centros acadêmicos e estabelecimentos de ensino, novas reflexões acerca do papel do aluno se fazem necessárias, pois de acordo com Pais (2002), é no aluno e na sua aprendizagem que deve estar focada a atenção do professor e do processo de ensino.

O aluno, na visão construcionista, desempenha um papel central nos processos educacionais e, para isto, ele “deverá ser motivado a despojar-se da postura de mero ouvinte para assumir a participação ativa, questionadora, criativa e comprometida com o exercício de investigação e construção do conhecimento” (COX, 2003, p. 114).

A esse respeito, Almeida (2000, p. 29) acrescenta que no ambiente construcionista o aluno “deixa de ser o consumidor de informações quando ele atua como criador de conhecimento e desenvolve criticamente sua alfabetização com o uso de ferramentas informáticas, segundo seu próprio estilo de aprendizagem”.

As colocações acima reforçam a relevância de concedermos autonomia ao aluno para que ele conduza sua aprendizagem, a qual pode acontecer enquanto ele cria atividades ou desenvolve projetos de trabalho ao invés de apenas reproduzir longas listas de exercícios ou atividades fechadas, sugeridas pelo professor.

Apoiados pelas colocações anteriores, de que é possível auxiliar a construção de conhecimento promovendo um ambiente de aprendizagem propício à participação e investigação, de acordo com os pressupostos do Construcionismo, e adotando estratégias de trabalho com tecnologias informáticas que conferem ao aluno autonomia para criar suas próprias atividades ou projetos, propomos uma experiência dentro destes moldes focando a Geometria Analítica, levando em conta a problemática que permeia esta disciplina nos cursos superiores, incluindo-se as licenciaturas, a qual é tratada na seção 2.4.

2.4. Geometria Analítica no Atual Contexto: tensões e perspectivas

A Geometria Analítica é um método de estudo da Geometria, assim como toda a ciência tem seus próprios métodos, e é definida por Boulos e Camargo (1987, p. xiii) como

o estudo da Geometria pelo método cartesiano (René Descartes, 1596-1650), que em última análise consiste em associar equações aos entes geométricos, e através do estudo dessas equações (com o auxílio da Álgebra, portanto) tirar conclusões a respeito daqueles entes geométricos.

Considerando esta definição, constatamos que a Geometria Analítica tem a Álgebra como sua aliada mais importante, além de que é por meio deste método de estudo que Geometria e Álgebra se relacionam, pois problemas de Geometria são resolvidos por processos algébricos e relações algébricas são interpretadas geometricamente e esta transição é um processo de suma importância à construção do conhecimento nessa área.

Devido à sua estrutura algébrica-geométrica, a Geometria Analítica se constitui em um dos alicerces do currículo básico do curso de Matemática, enquanto disciplina, tanto de licenciatura quanto de bacharelado e, como não poderia deixar de ser, ela aparece no currículo da maioria dos cursos da área de ciências exatas (Engenharia, Arquitetura, Física, Ciência da Computação). Ainda, ela tem ramificações em outras disciplinas do currículo específico destes cursos, entre elas, Cálculo Diferencial e Integral, Álgebra Linear, Análise Matemática, Fundamentos de Geometria, Geometria Euclidiana, Física e Computação Gráfica.

Essas ramificações não são meras aplicações de conceitos de uma área em outra. Munhoz (1999) mostra que a Geometria Analítica apresenta uma dialética entre a Geometria e a Álgebra permeada pela língua natural, ou seja, todo e qualquer problema proposto em Geometria Analítica, tem sua interpretação geométrica e algébrica. No término do seu estudo, este autor constatou que a ambigüidade de alguns termos dessa disciplina influencia a compreensão de problemas matemáticos pelos alunos.

Da mesma forma, os educadores matemáticos Hillel e Sierpinska (1994) *apud* Di Pinto (2000) enfatizam que a Geometria Analítica é uma relação explícita entre Geometria e Álgebra, tal que, um dado problema pode ser interpretado em ambas as áreas, mas que, de um modo geral, as dificuldades apresentadas pelos alunos em cada área especificamente vêm comprometendo a aprendizagem dos mesmos.

Constatamos que em muitas instituições de ensino superior esta disciplina se caracteriza como problema. Segundo pesquisa realizada na Unicamp, USP e PUC-SP no ano de 1997, de todas as disciplinas que compõem a grade curricular dos cursos destas instituições, a Geometria Analítica aparece com um índice de reprovação de mais de 35% (DI PINTO, 2000). Na Unesp de Rio Claro, a média percentual de reprovação no curso de Matemática está em torno de 39%, segundo dados do professor da respectiva disciplina no ano de 2004.

Também, sabemos que a abordagem de Geometria Analítica, na licenciatura, se constitui na construção da base conceitual dos conteúdos desta disciplina para muitos licenciandos, uma vez que muitos desses alunos não tiveram a oportunidade de “estudar” esses conceitos no ensino médio e, portanto, compete à universidade suprir esta deficiência.

Entretanto, no ensino superior, freqüentemente ocorrem problemas com relação ao tempo destinado ao ensino desta disciplina que, em função da ementa ser muito densa, é insuficiente para que o programa seja cumprido com a devida profundidade e abrangência, ou em outros casos, somente uma parte do conteúdo é abordada pelo docente.

Como consequência, é comum nesses casos um número considerável de reprovações e que muitos desses licenciandos ao saírem da universidade, apresentem, ainda, muitas deficiências conceituais nesta disciplina, tendendo a continuar reproduzindo a problemática por eles enfrentada ou então contribuindo para o descaso com a Geometria Analítica.

Outra questão que precisa ser referenciada é que as pesquisas voltadas à Geometria Analítica são recentes e bastante escassas, principalmente na área da Educação Matemática, o que faz desta disciplina um campo de investigação ainda muito fértil. De acordo com Di Pinto (2000), as pesquisas direcionadas ao ensino e aprendizagem de Geometria Analítica no Brasil são relativamente recentes, uma vez que as produções científicas nesta área começaram a surgir no início dos anos 80, sofrendo uma sutil ampliação nos anos 90.

Além das questões mencionadas, as quais consideramos de grande importância para a argumentação a favor de se fazer uma revisão quanto aos objetivos e a metodologia que apóiam a abordagem de Geometria Analítica e que produzem tais resultados, apontamos um aspecto interno da disciplina que, talvez, seja um dos agravantes da problemática descrita anteriormente. Este se refere, segundo Cavalca (1997), a dificuldade apresentada por alunos da graduação em realizar a passagem da Geometria Analítica plana para a Geometria Analítica espacial, o que mostra uma certa deficiência nas práticas pedagógicas, as quais deveriam explorar a visualização de conceitos e definições presentes nas construções gráficas e na interpretação destas, bem como reforçar a relação entre ambas as representações.

Comparando os dados apresentados no trabalho de Cavalca (1997) com os dados obtidos por Di Pinto (2000), o qual apresenta um percentual alarmante de reprovações também em Álgebra (aproximadamente 40% nas três instituições pesquisadas), constata-se que há uma relação entre o índice de reprovação e a dificuldade de interpretar algebricamente um dado problema. Isto sugere uma reflexão sobre a importância de se desenvolver no aluno a capacidade de interpretar uma construção gráfica/geométrica e algebricamente. Essa capacidade poderia reduzir certas dificuldades em Geometria Analítica e Álgebra.

Estes dados mostram que a prática docente em Geometria Analítica precisa priorizar alguns aspectos que podem levar o aluno a uma maior compreensão dos conteúdos desta disciplina, entre eles, conforme discussão proposta nesta seção, a ampliação das possibilidades de visualização de conceitos e propriedades, a realização de experimentação, ênfase na interpretação de construções geométricas e gráficas, bem como a exploração das representações tabulares e gráficas, as quais podem ser privilegiadas com o uso de softwares.

Concordando com Di Pinto (2000), acreditamos que a utilização de recursos interativos ou softwares como Geometricks, Cabri Géomètre, Doctor Geo e Wingeom, por exemplo, pode favorecer a construção de significados em Matemática a partir da representação de conceitos, estudo de propriedades intrínsecas às construções realizadas, bem pela possibilidade de explorar a visualização dos respectivos conceitos.

Partindo deste pressuposto, ponderamos que o uso de software em Geometria pode servir, tanto para introduzir um novo conceito, quanto para retomar conceitos estudados em sala de aula. Assim, dependendo da estratégia pedagógica adotada pelo professor ou do objetivo do trabalho que será desenvolvido por meio de uma determinada mídia informática, é essencial que o aluno disponha de conhecimento prévio sobre o conteúdo que será focado nas atividades sugeridas pelo docente, promovendo, portanto, o aprofundamento do assunto.

2.5. Softwares de Geometria Dinâmica e a Abordagem de Geometria Analítica

Softwares de geometria dinâmica, como o Geometricks que está sendo utilizado nesta investigação, dispõem de diversos recursos que podem enriquecer a abordagem de conceitos de Geometria, como a opção *arrastar*¹², a facilidade na visualização de formas e as várias funções que favorecem a interação aluno/computador. Na visão de Zulatto (2002, p. 20) eles “são freqüentemente utilizados no ensino de Geometria, e permitem trabalhar com Geometria Euclidiana Plana, Geometria Não-Euclidiana e Geometria Analítica [...]”.

Passos (2004, p. 27) comenta que, de um modo geral, os softwares de geometria dinâmica “contemplam as características de ambientes informatizados que contribuem com o processo de ensino e aprendizagem, nos quais o aluno participa ativamente da construção do saber”. Nesta visão, as potencialidades destes recursos carecem ser exploradas para favorecer a aprendizagem do aluno, à medida que ele assume o comando deste processo e tem liberdade para investigar os recursos e as possibilidades dos mesmos, características estas que se fazem presentes em atividades de caráter construcionista.

¹² Recurso que possibilita a transformação contínua de um objeto ou construção em tempo real.

Considerando o papel deste tipo de recurso no ensino e na aprendizagem de conceitos geométricos, Zulatto (2002, p. 93) sustenta que “os softwares são utilizados com a intenção de mostrar as propriedades que estão sendo estudadas. Na verdade, o que acontece é o que se costuma chamar de realizar a verificação e visualização de propriedades”.

Sob esta óptica, Pais (2002, p. 17) esclarece que “para que um software possa favorecer uma aprendizagem mais significativa, deve intensificar a dimensão da interatividade entre o usuário e o universo de informações nele contido [...]”.

Este autor enfatiza que para um software favorecer a aprendizagem do aluno é fundamental que este apresente uma interface interativa, pois esta característica permite que o usuário tenha mais controle sobre suas ações e maior acessibilidade por entre as funções e informações que constituem a referida mídia.

Neste sentido argumentamos que softwares, como o Geometricks ou Cabri Géomètre, favorecem a interatividade do aluno, e conseqüentemente podem ser utilizados na aula de Geometria em qualquer nível de ensino, pois permitem ao usuário explorar vários conceitos geométricos, entre eles: a abordagem de diversos assuntos relacionados à Geometria Euclidiana e noções de Geometria Analítica plana, como distância entre pontos; distância entre ponto e reta; representação de retas; noções de retas paralelas, concorrentes e ortogonais; traçado de *lugares geométricos*¹³ como parábola, hipérbole e elipse; representação de circunferências e a construção de fractais. Outrossim, permitem que determinadas propriedades, as quais são difíceis de serem obtidas na lousa ou dispendo apenas das mídias lápis e papel, como a definição de elipse, por exemplo, possam ser mostradas ou visualizadas.

Discutindo a relevância da demonstração à formalização de conceitos, a qual pode ser fomentada pela visualização dos mesmos através da utilização de ambientes informatizados, Lourenço (2002, p. 107) argumenta que a tarefa de realizar a

demonstração de uma proposição adquire grande credibilidade quando é apoiada em fatores visuais. Uma imagem ou uma seqüência de imagens é capaz de convencer até mesmo observadores que não têm grande habilidade em Matemática e pouca familiaridade com artifícios e sutilezas de demonstrações formais. Entre aqueles que possuem uma tendência para a Matemática, a observação de imagens que sugerem resultados torna o trabalho muito mais interessante e, em geral, incentiva o estudante para a realização de novas investigações. As provas no sentido usual, necessárias em muitos casos, em geral satisfazem os matemáticos – e são dirigidas para eles – mas não convencem a maioria dos estudantes que, por não entendê-las, passa a decorar a seqüência de palavras, traços, argumentos, e daí a repulsa pela Matemática.

¹³ É um conjunto de pontos caracterizados por uma propriedade específica. São denominados também gráficos ou representações gráficas

A visualização de construções geométricas e/ou gráficas e de suas propriedades específicas, a qual pode ser favorecida pelo uso de softwares de geometria dinâmica, serve para ilustrar o caráter mais complexo e elaborado deste tipo de construção e contribui para a formalização de conceitos, etapa esta de grande relevância no processo de construção do conhecimento matemático.

O aspecto visual explicita as potencialidades das tecnologias informáticas na resolução de problemas diversos em Geometria e também em Geometria Analítica. Assim, ao trabalhar com estes recursos, os alunos podem, por si mesmos, conjecturar e chegar a determinadas conclusões pela simples observação das invariantes numa manipulação dinâmica sem que seja necessário o professor adiantar as definições de certos conceitos.

Ao investigar a relevância da demonstração na disciplina de Geometria, Rolkouski (2002) mostra que, geralmente, tem havido uma negligência por parte de alguns professores com relação a esta importante etapa da construção do conhecimento matemático e este fator tem dificultado a aprendizagem de muitos conceitos matemáticos.

Evidenciando o papel da visualização na Educação Matemática e analisando de que forma ela pode ser investigada e ampliada em ambientes computacionais, Borba e Villarreal (2005) avaliam que esta prática tem sido considerada um meio de ampliar o raciocínio e a aprendizagem em Matemática, pois estas mídias focam o componente visual da Matemática.

Ainda, em se tratando de explorar as possibilidades de visualização de conceitos que as mídias informáticas dispõem, segundo Lourenço (2002, p. 104), é preciso considerar que

em muitas ocasiões, investigando construções já realizadas ou efetuando novas construções, os estudantes podem inferir resultados, desenvolver a credibilidade e elaborar novas demonstrações que, sem as construções auxiliares, seriam de difícil compreensão e realização.

Convém ressaltar que, em alguns casos, os alunos podem ficar convencidos de suas conjecturas e em outros, confundirem-nas com verdades absolutas, preponderando aí o papel essencial do professor para auxiliá-los nessas questões, orientando-os na demonstração matemática dos conceitos que estão sendo apresentados e na valorização da mesma. Essa atitude contribui à valorização da Matemática, enquanto área do conhecimento essencial à formação intelectual e adaptação social do ser humano, e colabora para que sejam preenchidas algumas lacunas existentes entre representação gráfica e algébrica de conceitos.

As características da interface de alguns softwares de geometria dinâmica supõem que o aprendiz pode assumir o controle das representações e construções executadas, pois, é ele quem executa cada uma das etapas de uma determinada construção geométrica.

No caso do Geometricks, o usuário dispõe de uma certa autonomia na interação com os recursos desta mídia, visto que uma construção qualquer pode ser executada de diversas maneiras, dependendo da criatividade e habilidade de cada pessoa, o que o torna adequado às necessidades do ambiente de aprendizagem promovido nesta investigação, o qual está em consonância com os princípios do Construcionismo.

Tendo como preocupação a necessidade de promover a formação do futuro professor de Matemática, concatenando a construção do conhecimento específico desta área, o desenvolvimento de saberes de uso pedagógico das mídias informáticas e a aquisição de saberes pedagógicos, segundo os princípios do Construcionismo, propomos uma intervenção pedagógica com licenciandos em Matemática, adotando como estratégia de trabalho a realização de projetos usando software de geometria dinâmica e tomando a disciplina de Geometria Analítica como foco de estudo.

A abordagem de Geometria Analítica com o Geometricks, na linha deste estudo, pode fomentar a aprendizagem de conceitos novos ou o aprofundamento de outros, em função de que o indivíduo pode explorar propriedades inerentes aos conceitos representados ou visualizados no software, ou então, a partir destas propriedades coordenar a representação algébrica e geométrica dos mesmos.

Finalizando, elucidamos ao leitor que considerações atinentes à formação inicial docente, o trabalho com projetos, as contribuições da visão construcionista de aprendizagem na construção do conhecimento e a preparação do professor para o exercício da sua profissão, bem como as implicações que a presença das tecnologias informáticas no contexto atual traz a este processo de formação são apresentadas com maior detalhamento no capítulo seguinte.

CAPÍTULO 3

3. A FORMAÇÃO INICIAL DOCENTE E AS EXIGÊNCIAS DA SOCIEDADE TECNOLÓGICA

Este capítulo aborda as dimensões da formação inicial docente com relação ao papel social da escola no contexto atual, bem como as implicações que o uso das mídias informáticas traz a este processo de formação segundo os princípios do Construcionismo.

Ainda, apresenta considerações acerca da aprendizagem por projetos, a qual teve seu papel redefinido com a presença das tecnologias informáticas no contexto educacional, assim como explicita as contribuições que esta modalidade de trabalho pode vir a oferecer ao processo de formação inicial docente em Matemática.

3.1. As Dimensões do Papel Social da Educação

Levando-se em conta as considerações concernentes à escola e à sociedade apresentadas no capítulo anterior, destacamos uma relação de subordinação entre sociedade e Educação, em função de que a primeira influencia e suscita mudanças na segunda e vice-versa. Porém, esta dependência, muitas vezes, não favorece o desenvolvimento de ambos os setores e outras vezes acaba contribuindo para agravar a problemática social.

A escola sob uma perspectiva crítica, em determinados contextos, reflete as desigualdades sociais que caracterizam países de terceiro mundo na medida em que oferece ensino de melhor qualidade apenas para indivíduos que têm condições de pagá-lo. É comum vermos escolas sem condições físicas e pedagógicas adequadas atendendo centenas de crianças e escolas com excelente estrutura trabalhando com grupos reduzidos de alunos.

Em outros casos, escolas que atendem grupos de indivíduos de classes menos favorecidas apresentam uma estrutura curricular e atitude pedagógica que privilegia os interesses das classes dominantes. Neste caso, a Educação contribui para reforçar as diferenças sociais e econômicas entre os indivíduos e, portanto, a forma como ela se ajusta à sociedade não corresponde aos princípios da educação democrática (ensino público gratuito a todos, formação à cidadania, justiça social, fortalecimento da solidariedade humana etc.).

A atual sociedade, caracterizada pela heterogeneidade cultural e étnica, revela em sua estrutura desigualdades sócio-econômicas, as quais se manifestam pela marginalização dos indivíduos que a compõem e pelas relações de exclusão, exploração e discriminação. Esta exclusão se mostra, ainda, nas relações entre indivíduos, nas oportunidades de acesso ao ensino de melhor qualidade, melhores condições de sobrevivência e trabalho digno.

Isto é, sob este ponto de vista, de acordo com Souza (2004), a Educação funciona como um mecanismo de exclusão cultural e social, à medida que desenvolve processos de ensino e aprendizagem que não correspondem às necessidades e interesses dos indivíduos do contexto em que está inserida, ou que não se preocupa com o tipo de ensino proporcionado aos mesmos. Este aspecto reforça a atitude negligente da escola com as questões sociais e com a organização dos grupos de indivíduos.

Por outro lado, não podemos desconsiderar o fato de que existem escolas, tanto públicas quanto privadas, que dispõem de estrutura física e pedagógica adequada ao desenvolvimento de um ensino de qualidade, mas por razões diversas, não cumprem seu papel com os indivíduos que atendem. Ou seja, não são comprometidas com o desenvolvimento integral do aluno e não estão voltadas às necessidades do grupo social que constitui este meio.

Em resumo, o que a realidade educacional revela nestes casos, é a discrepância entre os objetivos propostos nos projetos pedagógicos destes estabelecimentos de ensino e a ação docente, deixando às claras a atitude negligente da escola com a formação de pessoas capazes de interagir no seu meio e de promover mudanças no mesmo.

Para modificar este quadro é necessário que se invista na conscientização e capacitação dos gestores da escola, na implementação de políticas públicas adequadas, na reestruturação dos currículos e, principalmente, na formação do professor, dando-lhe condições para que sua prática leve em conta as prioridades de cada grupo, respeitando o seu momento histórico e evolução tecnológica e promova a inclusão social destes indivíduos.

Sob esta óptica, a ação docente, que tem como meta formar pessoas criativas, críticas e atuantes no seu contexto social, requer que sejam consideradas as características do meio, bem como as trajetórias cultural, histórica e étnica dos sujeitos que o compõem e com isso, a prática docente carece ser constantemente repensada.

Além disso, algumas ações devem ser implementadas com vistas a modificar a realidade educacional, dentre elas, efetivar o uso pedagógico das tecnologias informáticas por meio da realização de cursos presenciais e a distância para professores visando a capacitá-los para atender as necessidades do seu tempo, propor momentos de discussão e reflexão com os membros da comunidade escolar e incentivar a troca de experiências entre docentes.

A ênfase dada neste estudo à necessidade de incorporarmos as mídias informáticas nos processos educacionais fundamenta-se nos resultados de estudos desenvolvidos por Petito (2003) e Guimarães e Dias (2003), os quais consideram que o uso destes recursos favorece consideravelmente os processos de ensino e aprendizagem, em função de que estes podem levar o indivíduo a elaborar hipóteses e a testá-las, formulando, assim, novas conjecturas.

Porém, como é possível fazer uso das tecnologias informáticas nas práticas pedagógicas como um meio de favorecer a construção do conhecimento matemático pelos alunos? Estariam os profissionais de qualquer nível de ensino adequadamente preparados para fazer uso das mesmas de forma investigativa?

Estas são questões bastante complexas, pois sabemos que para promovermos mudanças significativas na Educação, principalmente com o propósito de formar indivíduos para o uso das tecnologias informáticas, é necessário investirmos, entre outras coisas, na formação dos professores, preferencialmente na licenciatura. E estes, por sua vez, na sua futura prática docente, poderão preparar outros jovens para esta tarefa. Nesta perspectiva, os cursos de licenciatura carecem de uma revisão em seus currículos de modo que o aprendizado específico destes recursos não se resume apenas a noções elementares de uso, desenvolvidas em disciplinas estanques de um semestre letivo de aula.

Belmiro (2003) avalia que o grande desafio da Educação é possibilitar a formação humana e a inclusão social por meio do uso das tecnologias da informação e comunicação e das novas estratégias de ensino e aprendizagem que podem surgir deste uso. Do mesmo modo, Borba e Villarreal (2005) afirmam que o acesso às tecnologias é visto como um meio adequado e possível de democratizar a Educação.

D'Ambrosio (1997, p. 89) refletindo sobre a necessidade de incorporarmos a educação tecnológica nos currículos escolares e acadêmicos, sustenta que se realmente almejamos

uma educação abrangente, envolvida com o estado do mundo, abrindo perspectivas para um futuro melhor, temos que repensar nossa prática, nossos currículos. Os objetivos da educação são muito mais amplos que aqueles tradicionalmente apresentados nos esquemas disciplinares. Devem necessariamente situar a educação no contexto da globalização evidente do planeta.

Ou seja, a sociedade atual requer, cada vez mais, cidadãos com fluência tecnológica e estes, por sua vez, exigem que a escola lhes possibilite esta qualificação. Sob este prisma sentido, compete à universidade a responsabilidade de protagonizar o processo de mudança provendo aos licenciandos a referida qualificação, contribuindo, desse modo, como o processo de globalização defendido por D'Ambrosio na citação anterior.

Convém considerar nesta discussão, que, em alguns casos, favorecido pelos recursos de que dispõe no seu dia a dia, o indivíduo pode adquirir fluência tecnológica no contexto das suas vivências familiares ou sociais. Neste caso, ele poderá, na escola ou na universidade, aprofundar os conhecimentos inerentes às mídias informáticas, ampliar suas noções de uso e explorar outras possibilidades de interação com estas. Ou então, em se tratando de licenciandos, eles poderão rever suas concepções de uso desses recursos quando inseridos nas práticas educativas, propondo formas distintas de investigação dos mesmos visando a construir uma ação docente diferenciada e comprometida com a aprendizagem de seus alunos.

Entretanto, para que tais metas sejam alcançadas, é preciso, antes mesmo de equipar as instituições e estabelecimentos de ensino com recursos tecnológicos, investir na formação docente, tema este que é discutido, pormenorizadamente, na seção seguinte.

3.2. Formação Profissional Docente: uma discussão constante

A formação de professores, entendida na abordagem de Ferreira (2003) como o processo pelo qual o sujeito aprende a ensinar, é resultante da inter-relação entre teorias, modelos, princípios extraídos de investigações experimentais e regras procedentes da prática que possibilitam o desenvolvimento profissional do professor.

Em virtude da sua abrangência e relevância, este tema tem sido foco de muitas discussões nas comunidades acadêmicas e científicas nas últimas três décadas. Da mesma forma tem se constituído numa das principais preocupações dos órgãos governamentais e se tornou alvo de muitas pesquisas nos últimos 20 anos.

A respeito da constante preocupação com a qualificação docente em nível nacional, Gatti (1997) comenta que a questão da formação de professores tem sido um grande desafio para as políticas educacionais, pois em consequência da expansão das redes de ensino, da ampliação das necessidades docentes e da exigência por um ensino de qualidade, voltado às demandas da sociedade contemporânea, o processo de formação desses profissionais tem suscitado novas reflexões e profundas modificações.

Isto é, se considerarmos as iniciativas empreendidas pelos órgãos governamentais que buscam promover mudanças no cenário educacional, os novos desafios que se apresentam à prática docente em consequência do constante fracasso escolar verificado em diversos níveis de ensino e, principalmente, devido à presença das tecnologias informáticas nos ambientes educacionais, as quais têm trazido inúmeras implicações a este contexto e a ecologia da sala de aula, a questão da formação docente necessita ser repensada e redefinida.

Sidericoudes (2004) acrescenta que a preparação do profissional da Educação, o qual tem como meta agir em consonância com as transformações da sociedade atual, deverá ser construída em função de cada contexto. Não se trata de um modelo de formação, mas sim, um processo de formação baseado em alguns pressupostos teóricos, os quais são considerados imprescindíveis para que o docente possa formar cidadãos, desenvolvendo competências e habilidades necessárias à sua inserção na sociedade e no mundo do trabalho.

Atentando para as reflexões sobre a formação docente, é possível constatar que o foco das pesquisas direcionadas a este tema mudou muito com o passar dos anos. Segundo estudos realizados por Ferreira (2003), entre os anos de 70 e 80, as pesquisas dedicavam-se a investigar o papel e as contribuições da prática de ensino à formação dos profissionais da Educação, tanto na licenciatura quanto em cursos de magistério, enquanto que na década de 90 o objetivo destas passou a ser a identificação de problemas e obstáculos atinentes a este processo, bem como a avaliação dos cursos destinados à formação inicial docente.

No que se refere à formação continuada, ainda segundo a mesma autora, estudos mostram que nas décadas de 70 e 80 os estudos realizados tinham o objetivo principal de analisar o impacto que o uso das tecnologias (como videoteipes, jogos etc.) propiciava à formação docente. Porém, estes estudos desapareceram na década de 90, cedendo lugar às pesquisas voltadas ao uso do computador nos processos educacionais.

Outro tipo de estudo apontado na obra supra mencionada refere-se a pesquisas que investigam a implantação de metodologias para o ensino de Matemática, a reflexão na formação de professores, as perspectivas dos professores acerca da sua formação, bem como a redefinição dos processos de produção de conhecimento.

Por outro lado, o estudo de Contreras (2002) mostra que dentre as reivindicações dos professores, a respeito do seu profissionalismo destaca-se, entre outras coisas, a exigência pela facilidade de atualização (formação continuada) como profissionais que se reconhecem em formação permanente considerando a relevância da função social que cumprem.

Segundo esta exigência, o professor precisa que lhe sejam fornecidas as condições necessárias à formação continuada, como grupos de discussão com colegas de trabalho, horários de planejamento de atividades e projetos interdisciplinares, cursos contínuos de capacitação e atualização tecnológica, entre outras atividades.

Em contrapartida, Cury (2001) postula que a desatualização dos professores com relação às novas tecnologias parece ser mais um problema da capacitação destes docentes na licenciatura. Isto é, a raiz do problema concernente à utilização destes recursos na prática docente está situada na formação inicial, cujo currículo não propicia esta interação.

Confrontando as colocações de Cury e Contreras, pode-se perceber que por um lado os próprios professores têm consciência da necessidade de estarem em formação contínua, entretanto, parece não haver preocupação por parte de muitas instituições destinadas a cursos de licenciatura em proporcionar aos futuros professores a aquisição de saberes de uso pedagógico das tecnologias informáticas, favorecendo desta forma, a proliferação de processos de formação inicial deficientes com relação a este aspecto.

Uma forma de suprir parte da deficiência apresentada pelos professores referente ao uso destes recursos consiste em promover reflexões e discussões com os integrantes do corpo docente e diretivo das instituições, como meio de partilhar experiências e refletir sobre leituras pertinentes à formação e prática docente, bem como refletir sobre problemas de sala de aula, planejar projetos interdisciplinares e formas de explorar as mídias informáticas no exercício de sua profissão. Encontros nesta modalidade são denominados *Grupos de apoio de professores*, segundo Fullan e Hargreaves (2000), e tendem a se constituir em momentos de aperfeiçoamento profissional que visam a colocar certas mudanças em prática.

Motivada pela mesma preocupação, Torres (1998) faz uma análise das tendências na formação docente nos anos 90 e afirma que muitas das iniciativas empreendidas neste período são as velhas tendências, remoçadas pelas novas políticas públicas, e que de modo geral, visam a atender aos interesses econômicos das classes dominantes. Por meio dos dados apresentados neste estudo é possível verificar que os objetivos desta modalidade de formação pautavam-se, principalmente, na redução de gastos, considerando que é mais profícuo promover a capacitação para 50 professores em exercício (formação em massa), do que investir na formação inicial em consonância com as demandas atuais.

A partir das colocações apresentadas nos parágrafos anteriores, ponderamos que analisar os processos de formação docente atualmente é uma tarefa bastante complexa, pois requer considerações que transcendem os ambientes acadêmicos e educacionais. Não obstante, de acordo com Sidericoudes (2004), com a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) aprovada em dezembro de 1996 e a consolidação dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) efetivada em 1998, um novo paradigma de formação começa a despontar no cenário da política educacional brasileira.

Dentre as determinações da LDB, destacamos o artigo 87 das disposições transitórias, no qual é instituída a “Década da Educação”, cujo parágrafo 1º estabelece que a União, no prazo máximo de um ano após a publicação desta Lei, encaminhará, ao Congresso Nacional, o Plano Nacional da Educação (PNE), com as diretrizes e metas para os dez anos seguintes, em sintonia com a declaração mundial da Educação para todos (SAVIANI, 2001).

No que tange aos profissionais da Educação, o artigo 61 preconiza que a formação dos mesmos deve fornecer-lhes subsídios para atender aos objetivos dos diferentes níveis e modalidades de ensino e as características de cada fase do desenvolvimento do educando, e terá como fundamentos: a) a associação entre teorias e práticas, inclusive mediante capacitação em serviço; b) aproveitamento da formação e experiências anteriores em instituições de ensino e outras atividades (SAVIANI, 2001).

Em resposta às imposições da LDB, a formação docente na universidade tem sido assumida como um compromisso sério por muitas instituições, dentre elas a Unesp. De acordo com Tanuri *et al.* (2003), da mesma forma que a experiência dos profissionais docentes das licenciaturas, a legislação nacional e a literatura atinente a este tema mostram que a formação inicial de professores hoje requer muito mais do que oferecer ao licenciando algumas disciplinas pedagógicas ao final do seu curso de bacharelado (característica do modelo denominado 3+1). A preparação do futuro professor implica na elaboração de um projeto específico e partilhado por todos os docentes da licenciatura, assim como necessita envolver as escolas, os professores, os gestores da escola e da Educação, bem como toda a sociedade neste processo de formação.

3.2.1. A Formação Inicial Docente no Contexto da Sociedade Tecnológica

O tratamento atribuído ao tema formação inicial docente, tanto nos dias atuais quanto em outro momento histórico, requer que se leve em conta as exigências da sociedade no respectivo momento, considerando que tais exigências dão lugar a modificações nos padrões educacionais estabelecidos. Deste modo, esta seção se propõe a abordar as relações existentes entre este processo de formação e as implicações que a presença e o uso das tecnologias informáticas têm sobre o mesmo.

É pertinente esclarecer que algumas das considerações aqui apresentadas, bem como o amadurecimento das reflexões sobre o tema formação de professores, foram favorecidas pelas leituras e discussões realizadas na disciplina¹⁴ *Didática do Ensino da Matemática*, na qual grande atenção foi dada aos processos de formação docente (inicial e continuada), levando em conta os avanços dos mesmos, as iniciativas tomadas pelos órgãos governamentais para melhorá-los, bem como resultados de pesquisas realizadas em Educação e Educação Matemática com relação à eficiência desses processos.

¹⁴ Disciplina do Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática da Unesp de Rio Claro, ministrada pela Prof^ª. Dra. Laurizete Ferragut Passos, no segundo semestre de 2004.

Historicamente, a formação inicial tem se caracterizado como meio de suprir as necessidades e exigências do mercado de trabalho nos distintos grupos culturais. Porém, nos últimos vinte anos este processo tem exigido amplas discussões e profundas mudanças. Esta realidade se deve às drásticas mudanças sucedidas no cenário social e tem mobilizado os órgãos governamentais, pesquisadores e as equipes diretiva e docente de instituições de ensino superior a buscarem caminhos para melhorar e ampliar os processos de formação docente. Outra conseqüência notável do acelerado avanço da tecnologia é o aumento do distanciamento entre o setor tecnológico e o contexto educacional.

D'Ambrosio (1999) pondera que aliando-se ciência e tecnologia é possível integrar um processo de busca por novas e distintas formas de explicar e compreender a realidade que estamos inseridos, e tal busca deve objetivar a amenização do descompasso tecnológico entre alguns setores da sociedade, por exemplo, entre o setor educacional e o tecnológico.

Focando a questão da formação docente, Valente (1999) avalia que embora um dos objetivos deste processo consiste em criar condições para que o professor possa adquirir conhecimentos sobre o conteúdo específico de sua disciplina e sobre como o computador pode ser integrado ao desenvolvimento desse conteúdo, de um modo geral, tal processo não tem acompanhado o desenvolvimento tecnológico devido à resistência oferecida pela escola na assimilação e implantação de mudanças.

Lévy (1998, p. 26-27), ao fazer uma analogia sobre as transformações que se apresentam na ação humana em conseqüência do uso das tecnologias informáticas, acrescenta que a “utilização multiforme dos computadores para o ensino está se propagando na escola, na casa, na formação profissional e contínua. Essa utilização carrega em si uma redefinição da função docente e dos novos modos de acesso aos conhecimentos”.

Além disso, as mudanças sucedidas na organização social dos grupos de indivíduos, nas formas de transmitir e armazenar informações e aos modos de se produzir conhecimentos, discutidas por Lévy (1993; 1998) e Borba e Penteado (2001), são conseqüência do acelerado desenvolvimento tecnológico que move a economia, a política e a Educação em nível global.

Considerando as transformações mencionadas acima, acreditamos que é essencial que as instituições de ensino superior destinadas à formação docente, as quais se propõem a preparar indivíduos para agir e interagir na realidade atual, incorporem aos seus currículos atividades e disciplinas que favoreçam a investigação das tecnologias presentes no mundo globalizado, principalmente as informáticas, incentivem e favoreçam condições para que os docentes adquiram saberes de uso pedagógico das mesmas e promovam a integração destas às experiências educacionais dos futuros professores.

Sob este enfoque, defendemos a idéia que as mídias informáticas devem fazer parte da prática docente daqueles que trabalham com os licenciandos, ou seja, as propostas de trabalho dos formadores precisam estar impregnadas com estes recursos para que os futuros professores desenvolvam saberes de uso dos mesmos de forma contextualizada, pois a formação inicial deve ser assumida como processo unificador no desenvolvimento de saberes pedagógicos, específicos e formação tecnológica.

Neste sentido, para promover a formação tecnológica, de acordo com Ponte *et al.* (2003, p. 166), os cursos de formação inicial de professores precisam

levar em conta a importância do desenvolvimento nos respectivos formandos de diversas competências no que se refere ao uso das TICs no processo de ensino e aprendizagem. Isso inclui nomeadamente: a) usar *software* utilitário; b) usar e avaliar *software* educativo; c) integrar as TICs em situações de ensino e aprendizagem; d) enquadrar as TICs num novo paradigma do conhecimento e da aprendizagem; e) conhecer as implicações sociais e éticas das TICs.

Isto é, tendo como ponto de partida a realidade em que nos encontramos e o impacto que a presença das mídias informáticas tem sobre a mesma, as licenciaturas precisam ser repensadas na medida em que se propõem a promover mudanças na Educação e na sociedade, pois de acordo com Miskulin (2003, p. 220) “pensar a presença da tecnologia na formação docente implica, além de artefatos tecnológicos, refletir sobre educação e os possíveis benefícios que essa tecnologia poderá trazer para o ser em formação e para a sociedade”.

Portanto, levando em conta estas colocações, salientamos que os cursos de licenciatura têm forte influência nos padrões educacionais estabelecidos e nas frequentes práticas docentes, e estes, por sua vez, se refletem na organização do contexto social em que determinada instituição está colocada, revelando assim as dimensões do papel social da escola e a influência que as características do meio exercem sobre este processo de formação.

Enfatizamos, ainda, que atualmente os processos de formação docente suscitam novas reflexões em função das mudanças sociais e culturais ocorridas nas mais diversas comunidades, as quais são movidas pela cultura digital, de modo que os modelos estabelecidos que culminam na fragmentação entre teoria e prática (modelo 3+1, discutido por Moreira e David (2005), onde a construção do embasamento teórico se estende ao longo dos três primeiros anos da licenciatura e somente no quarto ano os licenciandos têm suas primeiras experiências como professores), não são mais compatíveis com as demandas atuais.

De acordo com esta perspectiva, o papel do profissional docente carece ser repensado, de modo que o professor esteja em constante questionamento acerca da sua prática. Além do que, ele necessita preparar-se para incorporar as mídias informáticas na sua ação pedagógica.

No tocante à incorporação das tecnologias informáticas na prática docente, é importante considerar que, muitas vezes, este uso pode colocar o professor em situações atípicas e desconfortáveis, conforme surgem imprevistos ou problemas de ordem técnica, pedagógica ou conceitual que ele não consegue resolver de imediato, ou perguntas para as quais ele não tem respostas precisas. Este aspecto reforça a necessidade do licenciando ser munido de saberes de uso pedagógico desses recursos.

Porém, cremos que tais situações não devem servir de empecilho à integração das tecnologias nas atividades de sala de aula, pois não podemos ignorar que esses recursos proporcionam situações de aprendizagem muito ricas, propiciam momentos de reflexão e discussão que podem favorecer a construção do conhecimento dos envolvidos nessa atividade.

Os momentos da atividade pedagógica que colocam o professor em situações desconfortáveis caracterizam o que Borba e Penteado (2001), denominam *zona de risco*. Segundo estes autores, o professor ao abandonar sua prática corriqueira, na qual sente-se seguro e confortável, sai da *zona de conforto* e entra na *zona de risco*, onde muitas vezes ele se depara com problemas que não sabe como solucionar.

No que tange a discussão relacionada às dificuldades enfrentadas pelo professor desprovido de formação adequada, corroboramos a Mercado (1999, p. 46), quando afirma que “para o professor, sem bagagem pedagógica e carente de conhecimento do seu conteúdo específico, o emprego das novas tecnologias acelera suas falhas, põe a nu suas incoerências”.

Em suma, dentre todos os desafios que se impõem à prática docente com o uso de mídias informáticas, o professor precisa, principalmente, estar preparado para entrar nessa zona de risco e essa não é uma tarefa fácil, pois pode representar, muitas vezes, uma ameaça a sua estabilidade profissional e provocar a incredibilidade de seus alunos. Mas de que forma é possível preparar o professor para encarar estes desafios? Aprofundaremos as reflexões sobre esta questão na seção 3.3.

3.3. O Avanço Tecnológico Apontando novos Rumos à Formação Inicial Docente

A qualificação tecnológica oferecida nos processos de formação inicial docente, por um lado, apresenta um paradoxo temporal devido ao acelerado avanço tecnológico do setor industrial, que abrange as áreas de comunicação, informática e eletrônica, que é provocado pelo descompasso entre Educação e tecnologia. Por outro, revela um currículo fragmentado, no qual a utilização dos recursos tecnológicos, na maioria dos casos, ocorre em uma disciplina isolada e sem qualquer ligação com as experiências educacionais dos licenciandos.

Ademais, ponderamos que, em determinadas situações, o descompasso entre Educação e tecnologia pode acarretar a fragilização dos processos de formação docente, pois, em função da concepção pedagógica de uso da tecnologia que é adotada nos mesmos, o futuro professor não é preparado para assumir a direção do seu processo de formação e desenvolvimento profissional, não estando, portanto, apto a assimilar adequadamente as novas tecnologias que surgem no seu contexto e a incorporá-las no exercício da sua profissão.

Sob este prisma, entendemos que os cursos de licenciatura têm o compromisso de munir o futuro professor de uma concepção pedagógica de uso das mídias informáticas, a qual seja favorável ao desenvolvimento pessoal e profissional do professor e a aprendizagem do aluno, além de ser norteadora de sua prática.

Convém salientar que a problemática do descompasso entre Educação e tecnologia pode ser mais séria em cursos superiores destinados à formação de profissionais autônomos em áreas técnicas, como engenharia gráfica, por exemplo, ou mesmo em cursos profissionalizantes de ensino médio, pois nestes casos esta desarmonia tem graves conseqüências no processo de qualificação dos mesmos e, muitas vezes, compromete a inserção destes profissionais no mercado de trabalho.

Considerando-se estes aspectos, prever as exigências impostas pela sociedade ao futuro profissional, assim como definir seu papel nesse contexto, tem se tornado uma tarefa cada vez mais complexa, pois em determinadas áreas, muitas vezes, a formação que os jovens recebem na escola ou universidade está aquém das demandas sociais da realidade presente.

A problemática relatada nos parágrafos anteriores se deve, em alguns casos, a estrutura curricular que norteia os respectivos cursos, determina os componentes principais do curso e orienta a ação docente, a qual segundo Tannous e Rapoli (2005, p. 91) tradicionalmente “está centrada nos conteúdos, os quais são classificados de acordo com o critério de pertencer ou não a uma disciplina. Os planos de ensino, os programas educacionais, as diretrizes pedagógicas e os planos de formação de professores também seguem esta lógica”.

A estrutura curricular das licenciaturas foi discutida por Schnetzler (1998, p. 7), que a considera simplista e calcada

no modelo da racionalidade técnica, os currículos da formação docente têm instaurado a separação entre a teoria e a prática, entre a pesquisa educacional e o mundo da escola, entre a reflexão e a ação ao abordar situações e problemas pedagógicos ideais, porque abstraídos do contexto e da vivência concreta das instituições escolares. Concebidos como técnicos, os professores, ao final de seus cursos de licenciatura, vêm-se desprovidos do conhecimento e de ações que lhes ajudam a dar conta da complexidade do ato pedagógico, ao qual não cabem receitas prontas nem soluções padrão, por não ser reproduzível e envolver conflito de valores.

Esta questão é complexa, porém não insolúvel. Uma das alternativas viáveis consiste em investir na formação inicial, reestruturando o seu currículo de modo a privilegiar o uso contextualizado das tecnologias informáticas durante todo o período de formação e entrelaçando teoria e prática. Esta iniciativa, além de permitir que os futuros docentes aprendam a investigar estes recursos visando a utilizá-los de forma crítica e favorável ao seu desenvolvimento, também poderá contribuir com o processo de aprendizagem daqueles que estiverem sob sua responsabilidade futuramente.

Mas, de que forma promover a utilização e investigação destes recursos de forma crítica e favorável ao desenvolvimento do licenciando? Como preparar o futuro professor para estar em constante aprendizado tecnológico? Como ele poderá, isolado em seu ambiente de trabalho, acompanhar o desenvolvimento tecnológico e planejar sua prática pedagógica privilegiando o uso destes instrumentos?

Todas estas interrogações se constituem em foco de interesse de pesquisadores na área da Educação, particularmente da Educação Matemática, bem como do quadro docente de muitos cursos de licenciatura e, conseqüentemente, têm gerado freqüentes discussões em ambos os contextos, pois, conforme afirma Lévy (1998, p. 27) “antes mesmo de influir sobre o aluno, o uso dos computadores obriga os professores a repensar o ensino de sua disciplina”.

Uma forma de favorecer o desenvolvimento da habilidade de usar de maneira crítica e investigativa as mídias informáticas, consiste em permitir e estimular os licenciandos, durante a sua formação, a assumirem o comando da investigação pedagógica das mesmas na realização de atividades diversas que constituem suas experiências educacionais e que devem fomentar o desenvolvimento de saberes de uso pedagógico destes recursos. Esta dimensão do papel do aluno frente às mídias informáticas constitui um dos princípios da visão construcionista de aprendizagem.

Neste enfoque teórico, sugere-se, de acordo com Maltempo (2004), Valente (1993; 1996; 1999; 2002) e Almeida (2000), que os sujeitos em formação, neste caso os licenciandos, tenham autonomia para executar tarefas que favoreçam seu aprendizado. Pautados nesta afirmação, propomos que o licenciando, na sua formação, precisa ter liberdade para explorar softwares e aplicativos, refletir sobre as possibilidades e limitações dos mesmos se empregados nos processos de ensino e aprendizagem de conceitos matemáticos, fazer considerações inerentes às mudanças que o uso dos mesmos pode acarretar à prática docente, bem como refletir sobre a organização do ambiente de sala de aula com a presença destas mídias, sobre a postura do aluno neste ambiente e sobre a avaliação utilizada nesta nova prática.

Portanto, acreditamos que se o licenciando tiver autonomia para criar suas próprias atividades e depois discuti-las com seus pares no decorrer da sua formação, ele estará desenvolvendo a habilidade de investigar criativa e criticamente determinadas tecnologias, assim como ampliando seu conhecimento sobre a mesma e sobre os conteúdos específicos abordados em cada atividade. Por meio desta prática é possível contribuir para amenizar o descompasso tecnológico verificado na graduação, evitando assim que ao concluir a graduação, o jovem professor seja considerado desatualizado com relação a determinadas tecnologias ou que não saiba lidar com as mesmas.

Também é possível por meio desta estratégia de trabalho favorecer o estreitamento dos vínculos entre os alunos e entre professor e aluno. Tais atividades, desenvolvidas na forma de projetos, por exemplo, podem contribuir para uma maior interação entre os envolvidos em razão do clima de parceria, cumplicidade e confiança que se estabelece entre os mesmos. Com isso, o professor pode acompanhar o desenvolvimento dos seus alunos mais cuidadosamente, melhorando, portanto, o processo de avaliação.

Consideramos que por meio deste tipo de trabalho, as atividades não se tornem tarefas tediosas e repetitivas para os alunos, pois eles não apenas estarão recebendo noções elementares de uso das tecnologias informáticas, como ocorre em alguns cursos de licenciatura, mas sim, estarão permeando suas experiências educacionais com estes recursos.

Do mesmo modo, estaremos rompendo com a tradição instrucionista que cerca o uso das mídias informáticas em muitos estabelecimentos de ensino, nas quais o professor apresenta uma seqüência de atividades fechadas para que o aluno resolva-as seqüencialmente de acordo com regras e exigências por ele estabelecidas.

Visando a atender as exigências desta sociedade caracteristicamente tecnológica, reforçamos a necessidade de utilizarmos e investigarmos os recursos tecnológicos durante todo o processo de formação inicial, questão esta que será discutida a seguir.

3.4. Tecnologias Informáticas Favorecendo a Formação Inicial Docente

A necessidade de explorar os recursos da informática nos processos de ensino e aprendizagem de Matemática favoreceu o desenvolvimento de um número considerável de softwares, jogos, simuladores e tutoriais de caráter educativo, os quais têm despertado o interesse e a curiosidade dos professores nesta área do conhecimento, talvez em virtude das suas características e possibilidades de uso.

Uma possível justificativa para este interesse pode ser a temporalidade destes recursos que parece ser maior do que outros dispositivos como, por exemplo, os programas de simulação de fenômenos físicos e químicos. Com isso, o período necessário para que sejam considerados ultrapassados é maior e, mesmo que surjam novas versões, estas são melhoramentos de versões anteriores e podem ser facilmente investigadas pelo usuário conhecedor de interfaces semelhantes.

Um destes recursos, mundialmente conhecido, é o ambiente Logo de programação, o qual teve início nos anos 60 por Seymour Papert com o propósito de melhorar a aprendizagem de conceitos matemáticos por meio da programação de computadores. O surgimento deste software propiciou reflexões acerca das tradicionais práticas pedagógicas em Matemática, devido às contribuições e desafios que este trouxe à prática docente e serviu para reforçar a necessidade de incorporarmos as tecnologias informáticas nos ambientes educacionais, bem como contribuiu para desencadear muitos estudos sobre as possibilidades de uso das mesmas.

O processo que caracterizou a transição da prática docente com o uso do Logo, constituiu-se de um período de investigação deste recurso pelos docentes que estavam sendo preparados para utilizá-lo e por experiências com crianças de diversas escolas. O que se buscava com o uso do mesmo, de acordo com Papert (1985), eram novas formas de abordar conceitos matemáticos, porém constatou-se mais tarde, que a interação do aluno com o ambiente Logo sem um propósito definido não passava de mera repetição de procedimentos e ordens simbólicas, na qual as crianças apenas reproduziam seqüências de atividades fechadas.

Refletindo sobre o papel da tecnologia informática na Educação, Papert (1991) avalia que o uso do computador pode ser mais favorável aos processos de ensino e aprendizagem se o aluno tiver autonomia para executar suas ações e se o professor desempenhar um papel de instigador à reflexão, à criação e à investigação.

A preocupação com o processo de construção do conhecimento no tempo presente tem mobilizado pesquisadores (Pais, 2002; Valente, 2003a; Maltempo, 2004) a rever as práticas escolares cotidianas e os papéis do professor e do aluno no ambiente de sala de aula. Estas reflexões e pesquisas têm como meta principal romper determinadas tradições no cenário educacional, no qual, de acordo com Tannous e Rapolli (2005, p. 85),

a participação dos alunos no processo de ensino e aprendizagem foi colocada em segundo plano, priorizando-se a transmissão dos conteúdos das diversas disciplinas. Nessa corrente, identificamos um grupo de profissionais da educação que considera o processo educacional apenas como a transmissão de um conteúdo pronto e acabado.

Analisando os saberes docentes necessários à criação de ambientes de aprendizagem permeados por mídias informáticas e favoráveis ao processo de construção do conhecimento, Mercado (1999, p. 89) postula que um professor crítico e consciente do seu verdadeiro papel “é capaz de compreender a influência da tecnologia no mundo moderno e é capaz de colocá-la a serviço da educação e da formação de seus alunos, articulando as diversas dimensões de sua prática docente, no papel de um agente de mudança”.

Deste modo, como já sabemos, apenas a presença do computador na escola ou na sala de aula não resolve os problemas do ensino, em particular da Matemática. É necessário repensar a metodologia empreendida pelo professor com a presença do mesmo e reestruturar o modelo de ensino vigente, visando a melhorar a qualidade do ensino oferecido pelas instituições e favorecendo, conforme Masetto (2003), o desenvolvimento integral dos alunos.

Na óptica de Valente (1993), a aprendizagem por meio da interação do aluno com o computador pode se dar de duas formas: por *memorização* (processo mecânico no qual a informação é repetida até ser memorizada) ou *processamento de informações* (construção do conhecimento), no qual a nova informação será aplicada na solução de problemas posteriores. Para que o professor possa desenvolver uma prática adequada às exigências atuais ele precisa estar preparado para usar esta mídia de forma favorável à construção do conhecimento.

Ponte *et al.* (2003, p. 164) acrescentam que para efetivarmos mudanças na Educação, as mídias informáticas devem estar presentes na formação inicial docente, pois nesta etapa

os formandos devem tomar contato com aplicações como o processamento de texto, sistemas de gestão de bases de dados, programas de tratamento de imagem, folhas de cálculo, programas de estatística, programas de apresentação (como o PowerPoint), correio eletrônico, bem como software educativo orientado para a aprendizagem de disciplinas específicas, assim como a Internet, tanto na vertente de consulta, quanto na vertente de produção.

Em resumo, a prática docente precisa estar comprometida em auxiliar o aluno na construção do conhecimento, e para que este objetivo seja alcançado ela deve se constituir de atividades criativas e abertas baseadas em temas ou conteúdos do interesse do aluno, usando processos metodológicos eficientes e recursos adequados. Mas, que recursos são esses?

Existem atualmente muitos recursos informáticos de caráter pedagógico ou não, os quais foram e continuam sendo investigados em pesquisas aplicadas à Educação, particularmente à Educação Matemática. Estes estudos, de um modo geral, apontam possibilidades e limitações das mídias informáticas, bem como as mudanças que as mesmas promovem nas ações educativas estabelecidas.

Com base em estudos como de Valente (1999), os recursos oferecidos pelas tecnologias informáticas podem ser classificados nos seguintes grupos: softwares educativos, tutoriais, processadores de texto, multimídia e hipermídia, Internet, softwares de programação, simuladores e jogos educativos. Alguns destes recursos têm sido investigados nos processos de formação docente, porém, a forma como vêm sendo utilizados não contribui à aquisição de saberes de uso pedagógico dos mesmos, que auxiliem a construção do conhecimento nas diversas áreas, e em particular, na Matemática.

Partindo destas considerações e das colocações de Oliveira *et al.* (2001), Valente (1993; 1999; 2003b) e Ponte *et al.* (2003), enfatizamos a necessidade de permitir que os futuros professores aprendam a investigar criticamente os recursos das mídias informáticas exemplificadas acima, contribuindo para o seu desenvolvimento pessoal e profissional.

Uma alternativa para favorecer a utilização crítica e investigativa das tecnologias informáticas consiste na realização de atividades que atendam aos princípios do Construcionismo, o qual é abordado a seguir focando a formação inicial docente.

3.5. Construcionismo: mediando a formação inicial docente com mídias informáticas

O Construcionismo, discutido no capítulo anterior, é uma teoria educacional que se baseia em atividades que promovem a construção do conhecimento por meio da interação do indivíduo com o computador. Nesta interação o aluno deve assumir o comando da sua aprendizagem, ou seja, é ele quem determina, em acordo com o professor, os procedimentos e as atividades a serem realizadas. Segundo esta visão, à medida que o aprendiz interage com o computador ele é instigado a investigar, pesquisar e refletir sobre o objeto de sua criação.

Papert (1994, p. 114) acrescenta que neste processo “o computador contribui para tornar a descoberta mais provável e também torná-la mais rica”. Ainda, pode favorecer a aprendizagem por fomentar a iniciativa pessoal do sujeito de buscar novas informações que o levem a uma re-organização cognitiva, construindo assim o próprio conhecimento.

A criação de ambientes de aprendizagem abertos à criatividade e a investigação pode favorecer a espiral de aprendizagem (*descrição – execução – reflexão – depuração*) sugerida por Valente (2002), ao passo que os licenciandos podem planejar suas ações (*descrição*), desenvolver as atividades utilizando um software (*execução*), discutir os resultados com seus pares ou refletir isoladamente sobre as mesmas (*reflexão*). Outrossim, eles têm a possibilidade de alterar ou corrigir erros apontados pelos colegas, pelo software ou pelo professor, podendo assimilar um conceito novo ou aprendido de forma errônea até o momento (*depuração*).

Nesta interação, o uso do computador propicia a descrição da ação do sujeito, que a partir do *feedback* recebido do professor ou dos colegas, pode refletir e depurar a sua ação. Este aspecto reforça a possibilidade de aplicarmos a idéia da espiral de aprendizagem a outras atividades que não impliquem em programação, conforme discutido no capítulo 2.

Uma outra característica do ambiente de aprendizagem construcionista refere-se aos diferentes estilos de realizar uma dada atividade, a qual Papert (1991) denominou *bricolage*. Este termo é usado para designar o conjunto de procedimentos adotados pelo sujeito que, ao não dispor de um recurso adequado para resolver um dado problema, recorre a um outro disponível e procura adequá-lo a nova situação. Ou seja, uma pessoa pode usar procedimentos mais formais na execução de uma determinada tarefa, enquanto que outro poderá fazê-la usando procedimentos mais simples (improvisando), mas também favoráveis à aprendizagem.

A visão construcionista de aprendizagem, segundo as características discutidas nos parágrafos anteriores, mostra-se adequada ao processo de formação inicial docente, pois permite ao licenciando assumir o comando das atividades que serão executadas sob orientação de um professor, podendo, desta forma, construir seu conhecimento específico, pedagógico e tecnológico, bem como preparar-se para atuar na zona de risco em sua posterior prática.

De acordo com esta visão, o ambiente de aprendizagem propício ao desenvolvimento do indivíduo implica na reorganização da sala de aula, na qual o aluno passa a ser o agente do processo educativo, o professor atua como estimulador da investigação e da reflexão, enquanto que as mídias informáticas são assumidas como mediadoras. Portanto, de acordo com as colocações de Guimarães e Dias (2003, p. 26),

as ações educativas têm de ser redirecionadas para colocar o aluno como o centro de aprendizagem, levando em consideração seu papel ativo no ato de aprender. Além disso, é necessário levar em conta o alto nível de variedade em relação aos estilos e maneiras de aprender, interesses e motivação de um grupo de alunos.

Tendo como suporte teórico a visão construcionista de aprendizagem, acreditamos que incentivando a realização de projetos ou atividades abertas, nas quais os licenciandos envolvidos sejam responsáveis por escolher conteúdos, podendo discuti-las com seus pares ou professores e investigar distintas formas de resolver um problema e explorá-las por meio de softwares, estaremos favorecendo a formação integral de futuros professores.

Papert (2003), em sua discussão em torno do papel da tecnologia no processo de construção do conhecimento, tece considerações sobre a pedagogia do poder das idéias e diz que a aprendizagem pode tornar-se mais interessante se estiver pautada em estratégias de trabalho que se baseiam nas idéias dos sujeitos.

Com isso, ponderamos que os processos de formação docente em Matemática (inicial e continuada) devem privilegiar a realização de atividades pedagógicas que se baseiam nas idéias dos licenciandos, dentre elas o desenvolvimento de projetos que coadunam a abordagem de conteúdos específicos desta área e o uso das tecnologias informáticas.

Em suma, é necessário proporcionar ao licenciando um ambiente de aprendizagem aberto à criatividade, autonomia e investigação sem regras rígidas para que ele se sinta motivado e desafiado a criar, pesquisar, discutir e refletir sobre o objeto de sua criação. Este ambiente, além de favorecer o seu desenvolvimento pessoal, à medida que amplia seus conhecimentos sobre os conteúdos abordados em sala de aula, pode contribuir para que aprenda a elaborar atividades abertas e explorar conceitos usando as mídias informáticas.

Segundo Guimarães e Dias (2003, p. 37), neste tipo de ambiente investigativo de aprendizagem “as ações educativas oscilam, portanto, num espectro amplo de possibilidades, de mais diretivas, com ênfase no que é fornecido pela instrução, para mais exploratórias, com o aluno assumindo mais autonomia como protagonista no processo de aprendizagem”.

Considerando as características do ambiente discutido acima e apontando o desenvolvimento de projetos como uma atividade favorável à criação do mesmo, apresentamos na seção 3.6. alguns aspectos relacionados a esta estratégia de trabalho, bem como algumas contribuições desta à incorporação das mídias informáticas às práticas educativas e a formação inicial docente.

3.6. Trabalhando com Projetos nos Cursos de Licenciatura

Sabemos que a aprendizagem por projetos não se constitui em novidade no cenário educacional, pois, de acordo com Sidericoudes (2004, p. 77),

trata-se de uma prática educativa reconhecida em diferentes períodos do século XX, como métodos de projetos, centros de interesse, trabalho por temas, pesquisa do meio, projetos de trabalho e outros que respondem a visões diferentes e a variações de contexto e conteúdo.

Levando-se em conta a necessidade de revermos a prática docente e os processos educacionais em função da presença das tecnologias informáticas e das constantes críticas feitas à forma como estes recursos vêm sendo utilizados nas atividades pedagógicas, o trabalho com projetos passou a ser rediscutido, ganhou novas roupagens e está sendo retomado, tanto nas práticas pedagógicas, quanto nos processos de formação docente em diversas as áreas do conhecimento.

Tratando desta questão, Hernández e Ventura (1998, p. 61) acrescentam que

a função do projeto é favorecer a criação de estratégias de organização dos conhecimentos escolares em relação a: 1) o tratamento da informação e, 2) a relação entre os diferentes conteúdos em torno de problemas ou hipóteses que facilitem aos alunos a construção de seus conhecimentos, a transformação da informação procedente dos diferentes saberes disciplinares em conhecimento próprio.

Outrossim, Dewey (1959) argumenta que atividades construtivas, denominadas por ele de projetos, precisam ser integradas às atividades de sala de aula. Porém, para que os mesmos sejam verdadeiramente educativos, eles precisam atender quatro condições essenciais.

A primeira condição destacada por Dewey (1959) se refere ao *interesse* que o projetista precisa ter nesta atividade, pois se a tarefa educativa não fizer uso das emoções e dos desejos do executor, não atingirá seus verdadeiros propósitos. A segunda condição deriva da primeira e corresponde ao *valor intrínseco* que o projeto precisa ter. Este critério defende a idéia que um projeto não deve resumir a atividades triviais que proporcionem prazer imediato aos envolvidos ou que pareça algo útil do ponto de vista de outras pessoas, mas sim que impliquem em um maior envolvimento por parte dos indivíduos que participam da sua execução e que tenha sentido pessoal para os mesmos.

Como terceira condição este autor aponta a necessidade do projeto permitir que o executor *passeie por outras disciplinas e áreas do conhecimento*. Segundo esta concepção, um projeto perde seu caráter educativo se não despertar a curiosidade, o interesse e a criatividade, tanto do executor quanto dos envolvidos no contexto da realização do mesmo, e principalmente, se não levar o projetista para novos campos do conhecimento, incitando novas e distintas investigações.

Finalmente, como quarta condição está a *duração* do projeto, o qual deve prolongar-se por um período de tempo suficiente para uma adequada execução e para que o projetista possa fazer a passagem por outros campos do conhecimento. Ademais, um projeto é uma atividade consecutivamente ordenada, na qual cada etapa impõe a necessidade de uma seguinte enriquecendo o trabalho já feito e impulsionando a etapa que a sucederá.

Não obstante, de acordo com as considerações de autores como Valente (1993; 1999; 2003b), Maltempi (2004) e Papert (2003), avaliamos que a elaboração de projetos apresenta características que convergem com os princípios do Construcionismo, de modo que a sua implementação pode colaborar com o processo de formação inicial docente no que concerne ao uso das tecnologias informáticas, ao conteúdo específico e saberes pedagógicos. Ou seja, a partir da necessidade de dar autonomia ao licenciando para conduzir sua aprendizagem e seu desenvolvimento, os projetos podem se constituir em atividades favoráveis a este objetivo.

Maltempo (2004) afirma que se o aluno “põe a mão na massa”, assumindo o comando do seu processo de construção do conhecimento, desde que ele próprio desenvolva projetos, ao invés de reproduzir seqüências de atividades elaboradas pelo professor, ele estará favorecendo seu aprendizado e desenvolvimento.

Com relação às possibilidades advindas da prática pedagógica pautada no desenvolvimento de projetos, alguns estudos, como de Hernández (1998), Petito (2003), Valente (2003b) e Sidericoudes (2004), por exemplo, apontam a realização de projetos como forma de integrar as mídias informáticas à prática docente.

Para esclarecer a concepção do termo projeto que melhor caracteriza o trabalho realizado nesta investigação, recorreremos à literatura pertinente ao assunto e dentre as mesmas adotamos a definição apresentada por Hernández (1998, p. 22), que concebe projeto como

um procedimento de trabalho que diz respeito ao processo de dar forma a uma idéia que está no horizonte, mas que admite modificações, está em diálogo permanente com o contexto, com as circunstâncias e com os indivíduos que, de maneira ou outra, vão contribuir para esse processo.

Porém, em se tratando de projetos, alguns cuidados devem ser tomados. Primeiro, é essencial nesta estratégia de trabalho que os objetivos e os módulos de trabalho sejam suficientemente flexíveis para que possam ser modificados durante o processo de elaboração.

Segundo, o professor precisa estar preparado para orientar as atividades em equipe, apontar as direções que o trabalho pode vir a assumir e, além disso, precisa organizar em acordo com os alunos, os procedimentos que permeiam cada uma das etapas que constituem o projeto (ou os projetos) que está sendo desenvolvido, como por exemplo, o estudo do meio, a elaboração de atividades, a coleta de dados e informações utilizando biblioteca ou Internet.

O desenvolvimento de projetos, pelas características descritas anteriormente, é uma atividade que converge com os princípios do Construcionismo, pois nesta modalidade de trabalho os estudantes criam estratégias para buscar respostas às hipóteses levantadas previamente, testam estas hipóteses, refletem sobre os resultados e investigam outras formas de chegar ou representar tais resultados.

É adequado destacar que, do ponto de vista construcionista, a elaboração de projetos tem outras implicações práticas, pois, segundo Maltempo (2004, p. 268-69),

envolve a construção de artefatos ou objetos, que podem ser concretos ou abstratos (uma escultura, uma tese, um programa de computador). Esses artefatos são frutos de idéias e do meio usado para expressar e materializar essas idéias - justamente o que fazemos quando resolvemos um problema do dia-a-dia.

Ainda, Valente (2003b) considera que o desenvolvimento de projetos pode servir como pano de fundo para o professor criar estratégias pedagógicas e trabalhar conceitos diversos, bem como criar condições para o aluno atingir níveis de compreensão cada vez maiores. Esses níveis podem ser verificados por meio da análise das etapas de realização do projeto e do plano de execução proposto pelos alunos no início da tarefa.

A respeito do trabalho com projetos, Valente (2003b) destaca o *aspecto estético* dos mesmos como elemento promovedor de reflexão e investigação. Do ponto de vista deste autor, a preocupação com a estética do trabalho leva o executor a avaliar constantemente a aparência e a ordem das idéias expressadas no mesmo, assim como requer tempo para pesquisar recursos e informações que venham melhorá-lo.

Sob este prisma, a valorização desse tipo de trabalho no ambiente educacional tem sido cada vez mais notável, pois, segundo Petit (2003, p. 86), a aprendizagem baseada na realização de projetos é “um meio para conduzir o sujeito ao conhecimento compartilhado de processos como: antecipação da realidade, formulação de conceitos, implantação, reflexão dos resultados, publicação e socialização [...]”.

Neste sentido, a realização de projetos na formação inicial docente pode tornar-se uma atividade pedagógica favorável aos objetivos deste processo, desde que proponha que se trabalhe com idéias do licenciando na formulação de conceitos, na elaboração de atividades didáticas, na reflexão e na socialização dos resultados. Da mesma forma, elucidamos que a criação do ambiente para o desenvolvimento de projetos, baseado no Construcionismo, necessita levar em conta as cinco dimensões apresentadas no capítulo anterior.

Ou seja, a partir das suas necessidades e pretensões, o futuro professor tem autonomia para criar, executar e refletir sobre essas idéias e sobre sua ação, do mesmo jeito que os conhecimentos construídos e as habilidades desenvolvidas por meio do desenvolvimento de um projeto podem ser socializados com os colegas e com a comunidade envolvida.

A habilidade de pesquisar, sistematizar e socializar conhecimentos, bem como o trabalho coletivo é essencial para a ecologia do ambiente escolar e acadêmico e para a unificação do corpo docente em favor do desenvolvimento do aluno. Conseqüentemente, preparar o licenciando para estas atitudes é compromisso dos cursos de formação.

Finalizando, assentados nas colocações do parágrafo anterior, acreditamos que o desenvolvimento das habilidades mencionadas pode ser estimulado pelo uso das tecnologias informáticas na prática docente dos formadores e nas distintas atividades realizadas durante a trajetória acadêmica dos futuros professores, entre elas a realização de projetos.

3.7. O Papel das Tecnologias Informáticas no Desenvolvimento de Projetos

Há algum tempo, em resposta às muitas discussões que cercam o uso das tecnologias informáticas nos processos educacionais, que a realização de projetos vem conquistando maior importância no meio educacional. Como consequência, as mídias informáticas vêm assumindo um novo papel na prática docente, estão redefinindo a estrutura da sala de aula, o papel do professor e do aluno e exigindo habilidades distintas e novos saberes de ambos.

Valente (2003b) sustenta que as tecnologias informáticas podem assumir distintos papéis nas práticas educativas por meio do desenvolvimento de projetos. Em algumas situações elas podem auxiliar o aluno na realização de tarefas mecânicas (auxiliando a realização de cálculos matemáticos, por exemplo) não apresentando grandes contribuições à aprendizagem e à construção do conhecimento.

Para este autor, o papel mais importante destes recursos está relacionado ao uso de ferramentas de busca na Internet, às possibilidades de troca de experiências em ambientes como o TelEduc, à capacidade de representar e executar o raciocínio do usuário na implementação de suas idéias em um software, às distintas formas de representar e recriar o conhecimento já construído e à possibilidade de incitar a construção de novos conhecimentos.

No que tange às implicações do uso das tecnologias informáticas à ecologia da sala de aula, acrescentamos que atividades mediadas por estes recursos podem contribuir para a aproximação entre professor e alunos, bem como entre alunos, reforçando os laços afetivos entre os mesmos e, este aspecto contribui para que os objetivos da tarefa educativa sejam alcançados. Esta consideração se faz necessária em função de que, os aspectos emocionais são determinantes no processo de construção do conhecimento (VALENTE, 2002), os quais podem ser privilegiados em trabalhos com projetos.

Comentando sobre as potencialidades do trabalho com projetos do ponto de vista do Construcionismo, Rosa (2004, p. 51) considera que “a espiral de aprendizagem vista sob o aspecto de projetos, pode ajudar na identificação dos conceitos e estratégias que o aprendiz se apropria para realizar suas tarefas, representando-as com o auxílio do computador”.

Retornando à questão da formação inicial docente e tomando como pressuposto a aprendizagem construcionista, avaliamos que a realização de projetos é uma atividade adequada, tanto para promover a investigação de conteúdos específicos por meio de tecnologias informáticas, quanto para preparar o licenciando para fazer uso das mesmas na sua futura prática docente, permitindo-lhe refletir sobre o avanço da área tecnológica e preparar-se para os desafios que o uso das mesmas propicia.

Refletindo sobre esta estratégia pedagógica, Petitto (2003, p. 35) pondera que em um ambiente de aprendizagem mediado pelo computador os projetos de trabalho adquirem relevância em virtude do fato de não se basearem na transmissão de conteúdos, pois

em se tratando do uso dos computadores, o aluno não irá aprender no laboratório de informática da escola o mesmo que as escolas especializadas oferecem: o uso tecnicista do software. A partir do momento em que o projeto de trabalho necessite utilizar um software em especial, os alunos receberão instruções básicas para manuseá-lo, suficientes para desenvolver o projeto.

Além destes aspectos, é necessário considerar que a realização de projetos pode favorecer a interação entre alunos e entre alunos e professor, fortalecendo os vínculos de amizade e coleguismo, bem como podem contribuir para o desenvolvimento de atitudes de responsabilidade, colaboração e liderança.

Partindo das considerações apresentadas aqui, enfatizamos que o desenvolvimento de projetos visando a aproximar o conteúdo curricular das vivências do aluno com relação ao uso das mídias informáticas é, também, uma resposta às críticas feitas ao uso meramente instrucionista do computador às práticas educativas.

Sob este ponto de vista, a aprendizagem por projetos possui um papel de crucial relevância no processo de formação inicial, tanto no que se refere ao desenvolvimento intelectual e cognitivo do licenciando, quanto a sua qualificação para desempenhar, futuramente, a profissão docente em sintonia com as necessidades e exigências do seu tempo, contribuindo, destarte, para colocar em prática algumas mudanças na Educação.

Igualmente, avaliamos que esta estratégia pedagógica pode contribuir para promover a inclusão social e digital dos licenciandos, bem como daqueles que estiverem sob sua responsabilidade posteriormente e, também, para a democratização da Educação defendida por Borba e Villarreal (2005).

Após tecer considerações acerca do processo de formação inicial docente, focando a licenciatura em Matemática, levando em conta os princípios do Construcionismo e o desenvolvimento de projetos e suas implicações a este processo de formação, é chegado o momento de apresentarmos uma descrição dos critérios que direcionaram a escolha dos sujeitos, do cenário da investigação, do software utilizado, do paradigma de pesquisa, bem como uma descrição dos procedimentos adotados para a coleta e análise de dados, os quais viabilizaram este estudo. Questões estas que serão tratadas no próximo capítulo.

CAPÍTULO 4

4. METODOLOGIA DA PESQUISA

Este capítulo é dedicado a descrever os procedimentos metodológicos que orientaram as etapas da investigação, abarcando o paradigma de pesquisa adotado, o processo de seleção do grupo focado, o contexto social e o cenário da investigação, as técnicas de coleta de dados, assim como os critérios que nortearam a escolha dos sujeitos que participaram do estudo e a opção pelo software Geometricks.

Também explicita aspectos pertinentes à distribuição dos encontros no período de tempo previsto para a coleta de dados, descreve os procedimentos adotados no trabalho desenvolvido com os alunos e apresenta o planejamento do processo de análise de dados.

4.1. O Paradigma de Pesquisa

Tendo em conta o objetivo desta investigação que é *analisar e descrever como trabalhar com projetos em Geometria Analítica, usando software de geometria dinâmica, visando a contribuir com a formação de futuros professores de Matemática*, foi adotada neste estudo a abordagem qualitativa de pesquisa, pois este paradigma favorece a interpretação detalhada e uma melhor compreensão da intervenção que está sendo analisada.

Assim, acreditamos que a pesquisa qualitativa se mostra adequada a este estudo devido à necessidade da pesquisadora estar em contato com os sujeitos da investigação, visando a analisar e compreender suas concepções e conjecturas acerca da estratégia de trabalho adotada e as contribuições desta à formação inicial docente dos mesmos.

Salientamos que este contato possibilitou a pesquisadora acompanhar mais atentamente o processo que envolveu a produção das atividades que constituíram os projetos desenvolvidos pelos sujeitos engajados no estudo e também a identificar as concepções deles no que se refere ao uso de softwares na prática pedagógica em Matemática, bem como os aspectos que influenciaram estas concepções e suas reflexões sobre ser professor. Igualmente permitiu a pesquisadora conhecer cada um dos alunos e compreender seus medos, necessidades e aspirações.

Ainda, o paradigma de pesquisa qualitativa, de acordo com Denzin e Lincoln (2000), ajuda o pesquisador a revelar características específicas de um determinado contexto e a fazer uma interpretação mais precisa da situação focada, à medida que ele tem oportunidade de combinar múltiplas técnicas para a coleta de dados e utilizar fontes diversas de dados em sua análise como uma forma de fundamentar suas conjecturas.

4.1.1. Delineamento do Paradigma de Pesquisa

Partindo do objetivo desta pesquisa e somando-se o propósito de investigar outras possibilidades de uso das mídias informáticas nos processos educacionais em Matemática, necessidade esta que foi vivenciada também por esta pesquisadora em sua trajetória docente, consideramos que o paradigma de pesquisa qualitativo é adequado a este estudo, pois pode contribuir para o surgimento de novas teorias pertinentes ao uso pedagógico destes recursos, bem como apontar novos rumos para os cursos de formação inicial docente.

Este aspecto reforça o comprometimento do pesquisador com o tratamento qualitativo dos dados obtidos em uma investigação com este caráter e com a representação dos resultados da mesma, a qual pode contribuir para a formulação de novas teorias, à medida que fornece uma interpretação específica e profunda da situação analisada.

A possibilidade de um estudo favorecer a formulação de novas teorias, segundo Denzin e Lincoln (2000), é uma forte característica de investigações de caráter qualitativo, pois estudos que se ajustam a este paradigma não buscam validar teorias já estabelecidas, mas sim contribuir para o surgimento de novas teorias e conjecturas a partir do aprofundamento da interpretação e compreensão de uma determinada situação ou fenômeno analisado.

Em suma, assim como a pergunta deste estudo revela o seu caráter qualitativo, pois requer da pesquisadora um compromisso com o detalhamento do processo que permeou a intervenção analisada, a necessidade de selecionarmos cuidadosamente as técnicas de coleta e análise dos dados explicita o tratamento qualitativo que se deve dedicar aos dados.

Pautados neste princípio, a seleção dos métodos, técnicas e procedimentos, que seriam adotados nas etapas de coleta e análise de dados, foi um processo cuidadoso. Os primeiros passos deste delineamento foram efetuados em conversas com o orientador desta pesquisa, porém, esta seleção foi refinada e tornou-se mais evidente com o aprofundamento das leituras sobre o assunto, proporcionado na disciplina *Metodologia de Pesquisa Qualitativa*¹⁵.

¹⁵ Disciplina do Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática da Unesp de Rio Claro, SP, ministrada pelo Prof. Dr. Marcelo de Carvalho Borba, no segundo semestre de 2004.

Esta disciplina disponibilizou uma variada bibliografia pertinente à aplicação da pesquisa qualitativa nas Ciências Humanas e Sociais e seus fundamentos metodológicos e epistemológicos. Porém, alguns dos textos que constituíram o referencial teórico adotado na referida disciplina eram específicos da Educação Matemática, de modo que a leitura deste material forneceu subsídios essenciais que contribuíram para definir os procedimentos metodológicos adotados neste estudo, bem como para sustentar estas escolhas.

Acrescentamos, ainda, que no âmbito da Educação Matemática as pesquisas de cunho qualitativo estão se tornando cada vez mais frequentes. Por outro lado, em consequência das discussões que focam a aplicação deste paradigma de pesquisa em estudos diversos, divergências com relação ao modo como a pesquisa qualitativa é concebida têm surgido entre os vários autores engajados no aprofundamento deste tema, assim como novas dimensões da mesma têm sido apontadas, as quais são tratadas na seção seguinte.

4.1.2. Situando a Pesquisa Qualitativa na Educação Matemática

A pesquisa qualitativa tem se constituído em foco de interesse de muitos autores e pesquisadores em razão da abrangência dos seus procedimentos e objetivos. Com isso, distintas definições são propostas por aqueles que dedicam a ela parte de seus estudos. Sob este prisma e visando a sustentar a opção por este paradigma de pesquisa no presente estudo, apresentamos algumas concepções que abrangem as dimensões do mesmo.

Discutindo as implicações do paradigma qualitativo em estudos no campo das Ciências Sociais e buscando enfatizar as especificidades desta modalidade de investigação, Denzin e Lincoln (2000, p. 3) concebem pesquisa qualitativa como

uma atividade estabelecida que situa o observador no mundo. Ela consiste de um conjunto de práticas interpretativas que tornam o mundo visível. Estas práticas transformam o mundo. Elas traduzem o mundo em uma sucessão de representações, incluindo notas de campo, entrevistas, conversas, fotografias, gravações e memorandos de interesse próprio. Neste nível, pesquisa qualitativa envolve uma abordagem interpretativa e naturalística do mundo. Isto significa que pesquisadores qualitativos estudam coisas em seu ambiente natural, tentando dar sentido ou interpretar o fenômeno em termos do significado que as pessoas atribuem a eles¹⁶.

Pela definição anterior, consideramos este paradigma de pesquisa adequado à Educação Matemática, pois em muitos estudos, como em Etnomatemática, por exemplo,

¹⁶ Qualitative research is a situated activity that locates the observer in the world. It consists of a set of interpretative, material practices that make the world visible. These practices transform the world. They turn the world into a series of representations, including field notes, interviews, conversations, photographs, recordings, and memos to the self. At this level, qualitative research involves an interpretative, naturalistic approach to the world. This means that qualitative researchers study things in their natural settings, attempting to make sense of, or to interpret, phenomena in terms of the meanings people bring to them.

permite ao pesquisador revelar mais detalhadamente uma determinada realidade, ou explorar mais profundamente um determinado fenômeno ou grupo social, assim como é útil a estudos que buscam interpretar e descrever determinados processos de construção do conhecimento.

Para D'Ambrosio (2004, p. 12), “a pesquisa qualitativa, também chamada pesquisa naturalística, tem como foco entender e interpretar dados e discursos, mesmo quando envolve grupos de participantes”.

Neste tipo de investigação o pesquisador tem a possibilidade de interagir com o seu foco de estudo, não apenas para coletar dados ou conhecer mais profundamente os sujeitos, mas para investigar e compreender aspectos que influenciam um determinado problema, assim como fatores que justificam determinadas respostas. Sob este enfoque, a ação do pesquisador no ambiente natural é de extrema relevância, uma vez que ele não pode modificar a rotina do contexto investigado ou impor suas crenças e opiniões aos sujeitos da pesquisa.

Com relação à interação entre o pesquisador e o coletivo envolvido em um determinado estudo, Ludke e André (1986, p. 11) acrescentam que “a pesquisa qualitativa supõe um contato direto e prolongado do pesquisador com o ambiente e a situação que está sendo estudada, via de regra através do trabalho intensivo de campo”.

Ressaltamos que, embora esta investigação não tenha sido realizada no ambiente da sala de aula dos licenciandos envolvidos na mesma, as atividades foram desenvolvidas no contexto social em que estes estão inseridos, o qual se constitui no seu ambiente acadêmico natural. Com isso, procurou-se estar em contato freqüente com os mesmos no intuito de obter o aprofundamento almejado no estudo, bem como compreender as suas crenças, pré-conceitos e opiniões a respeito do uso das mídias informáticas na prática pedagógica em Matemática.

Analisando o papel do pesquisador em estudos qualitativos, Goldenberg (2003, p. 14) diz que na pesquisa qualitativa “a preocupação do pesquisador não é com a representatividade numérica do grupo pesquisado, mas com o aprofundamento da compreensão de um grupo social, de uma organização, de uma instituição, de uma trajetória etc.”.

Neste sentido, a pesquisa qualitativa se constitui em um processo no qual perguntas são formuladas e concepções e crenças são identificadas e é usado para identificar a extensão total das respostas ou opiniões acerca do problema colocado. Ela pode revelar áreas de consenso, tanto positivo quanto negativo nos padrões de respostas, bem como é apropriada a estudos que tratam do desenvolvimento ou implementação de idéias, que no caso deste estudo, refere-se ao processo de formação inicial docente na perspectiva do Construcionismo.

A pesquisa qualitativa, devido às suas características, objetivos e procedimentos de coleta e análise de dados, pode apresentar resultados fortemente influenciados pelo viés do

pesquisador. Esse viés, do ponto de vista de Goldenberg (2003), diz respeito à ação do pesquisador sobre a interpretação dos dados obtidos, na qual muitas vezes, este faz prevalecer suas crenças, conjecturas e valores sobre a análise e a representação dos resultados.

Na coleta de dados o viés se apresenta quando o pesquisador esforça-se para obter dos entrevistados respostas que venham ao encontro de suas necessidades e crenças iniciais, em função de que os questionários aplicados privilegiam questões que restringem as possibilidades de respostas. Em outros casos, as atividades desenvolvidas em uma investigação priorizam determinados enfoques metodológicos ou conceituais.

Alguns estudos qualitativos realizados em Educação Matemática, por exemplo, os quais investigam o tratamento fornecido a determinados conceitos matemáticos, o pesquisador é quem define os temas que devem ser abordados, enfatizando determinadas formas de representação (algébrica, tabular ou geométrica). Esta atitude, de certo modo, conduz o sujeito a fornecer soluções ou respostas que são, do ponto de vista de quem está realizando a pesquisa, mais adequadas àquela abordagem conceitual.

Sob esta ótica, o Construcionismo é uma forma de controlar parcialmente o viés do pesquisador, uma vez que atividades ou projetos de cunho construcionista colocam o aluno (ou licenciando) à frente do seu processo de construção do conhecimento, dando-lhe autonomia para escolher os conteúdos que deseja investigar, explorar fontes diversas de consulta, propor formas distintas de abordar um determinado tópico, explorar sua criatividade e curiosidade, testar e reconstruir o objeto de sua criação, além de poder refletir sobre este produto e sobre as diversas outras formas de obtê-lo.

Na presente investigação, os licenciandos puderam escolher os temas de Geometria Analítica, os quais foram abordados em seus projetos, selecionaram e elaboraram atividades focando conteúdos que lhes despertavam interesse ou que tinham dúvidas, usaram fontes diversas de consulta, exploraram distintas representações para os conceitos apresentados, expuseram suas concepções de uso de software no ensino de Matemática e tiveram a oportunidade de experimentar outras maneiras de abordar um determinado conceito em consonância com as suas necessidades.

Considerando as características descritas acima, acreditamos que a estratégia pedagógica adotada na intervenção realizada com os sujeitos deste estudo, pode ter protegido parcialmente o processo de coleta, interpretação e representação dos resultados das preferências da professora-pesquisadora.

4.2. Compondo o Cenário da Investigação

A escolha do contexto social da investigação, dos sujeitos que participaram da mesma, bem como do cenário no qual foram realizados os encontros destinados ao desenvolvimento dos projetos e coleta de dados, se deu em função de determinadas conveniências e, principalmente, visando a atender aos interesses da pesquisadora e aos objetivos do estudo, pois, de acordo com Alves-Mazzotti (2002, p. 162),

ao contrário do que ocorre com as pesquisas tradicionais, a escolha do campo onde serão colhidos os dados, bem como dos participantes é proposital, isto é, o pesquisador os escolhe em função das questões de interesse do estudo e também das condições de acesso e permanência no campo e disponibilidade dos sujeitos.

Com base nestes pressupostos, a delimitação do contexto social da presente investigação e dos licenciandos tomou como parâmetros os seguintes critérios: a facilidade de acesso ao cenário de coleta de dados (laboratório de informática) por parte dos sujeitos, a disponibilidade e interesse dos mesmos em participar do estudo, a familiaridade destes com o conteúdo de Geometria Analítica, a facilidade de promover a interação entre os alunos e, principalmente, a necessidade de manter contato freqüente com os mesmos.

4.2.1. O Contexto Social da Pesquisa

O contexto social escolhido para a realização do trabalho de campo foi o Curso de Licenciatura em Matemática da Unesp de Rio Claro, porque, conforme já mencionado anteriormente, nos propomos a investigar como trabalhar com projetos e com tecnologia informática, visando a contribuir com a formação inicial docente em Matemática, coadunando a aquisição de saberes de uso pedagógico das mídias informáticas e saberes da área específica.

Do mesmo modo, acreditamos que a universidade, enquanto parte integrante da sociedade, tem o compromisso de prover aos acadêmicos em geral uma formação de qualidade, em particular aos licenciandos, como uma forma de contribuir para a concretização de mudanças na sociedade e na Educação.

Por outro lado, defendemos a urgência de inserirmos na escola e nos processos educativos vigentes os instrumentos e recursos tecnológicos que contextualizam grande parte da sociedade. Mas, para que esta iniciativa seja realmente implementada é preciso investir na preparação dos professores, preferencialmente quando estão na formação inicial, assim como na conscientização da equipe diretiva e coordenação pedagógica da escola.

Considerando esta necessidade, a grande quantidade de recursos informáticos disponíveis que servem à abordagem de conceitos matemáticos e algumas deficiências apresentadas no processo de formação inicial docente, defendemos que as tecnologias informáticas precisam ser incorporadas à ação docente dos formadores de professores, visando a promover mudanças na futura prática docente dos licenciandos.

Além disso, destacamos a facilidade de acesso e permanência no cenário em que foi realizada a intervenção por parte dos sujeitos que se dispuseram a participar deste estudo. Aspectos estes que foram favorecidos pela proximidade física do Departamento de Matemática e a Pós-Graduação em Educação Matemática da referida unidade da Unesp.

Considerando-se que muitos pesquisadores encontram dificuldades em engajar grupos de indivíduos em suas pesquisas e, como consequência, pode haver um comprometimento da etapa da coleta de dados, chegando até mesmo a inviabilizar o próprio estudo, consideramos adequado trabalhar com alunos que estivessem mais próximos do cenário da investigação, de modo que, com isso, poderíamos evitar possíveis desistências, bem como estar incentivando-os e motivando-os a permanecer participando do trabalho.

4.2.2. Os Sujeitos da Investigação

A preferência por trabalhar com alunos da Licenciatura em Matemática decorre da necessidade de investigarmos uma proposta para a formação inicial docente que inclua também a formação tecnológica, visto que muitos professores, iniciantes ou não na carreira docente, não fazem uso dos recursos que estão disponíveis em suas instituições por não se sentirem seguros com os mesmos, ou simplesmente por não saberem usá-los. Além disso, há também a necessidade de prepararmos os futuros professores de Matemática para usarem as mídias informáticas de forma investigativa, o que pode contribuir simultaneamente com a formação específica, pedagógica e tecnológica e desenvolvimento pessoal dos licenciandos.

Mas, partindo destes argumentos, surge outra questão: Por que os alunos da Licenciatura em Matemática da Unesp de Rio Claro?

O Curso de Licenciatura em Matemática está inserido nesta unidade da Unesp e compartilha espaço físico com o Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática, de modo que há colaboração mútua e interação entre os professores destes níveis. Com isso, os alunos pertencentes a este Curso são atores presentes em nosso cotidiano, participando, muitas vezes, das nossas atividades e seminários e compartilhando experiências conosco.

Ou seja, a proximidade física entre estes segmentos educacionais favorece a interação entre pesquisadora e pesquisados, facilita a troca de idéias entre ambos e aumenta o clima de confiança entre alunos e professores. Ainda, ajuda no processo de conhecer cada sujeito e compreender suas concepções, crenças e conjecturas sobre questões inerentes à pesquisa.

Afunilando o processo de seleção do grupo, optou-se por trabalhar com os alunos do primeiro ano, pois como desejávamos focar a disciplina de Geometria Analítica, a qual é ministrada neste período do Curso, consideramos que seria mais fácil engajar sujeitos à investigação, não comprometendo, portanto, o cronograma da pesquisa.

Por outro lado, como a proposta de intervenção sugerida aqui, serve tanto para introduzir um novo conceito, como para aprofundar conceitos já abordados em sala de aula, decidimos trabalhar com alunos em Regime Especial de Recuperação (RER¹⁷) na disciplina de Geometria Analítica, uma vez que estes deveriam estar estudando para uma nova avaliação, que foi realizada no 2º semestre de 2004, pois seria mais fácil motivá-los a participar da investigação.

Da mesma forma, avaliamos que focando este coletivo, contaríamos com um bom número de sujeitos para o estudo, os quais estariam realmente interessados em estudar esta disciplina. Além do que, seria possível melhorar a auto-estima destes alunos por meio da realização de um trabalho que veio contribuir para a valorização dos mesmos.

A esse respeito, salientamos que os alunos em RER, algumas vezes, são discriminados na comunidade acadêmica em função de não terem acompanhado o ritmo da turma e isto os leva a um sentimento de incapacidade e desmotivação. Neste sentido, dar-lhes oportunidade de participar deste estudo contribuiu para que se sentissem valorizados e capazes, principalmente porque iriam produzir um material que pode ser utilizado por outras pessoas, inclusive professores de Geometria Analítica.

Posterior a delimitação do coletivo, estabelecemos que a coleta de dados engajaria, no máximo, oito alunos em RER (com os quais seriam formadas duplas), considerando que este número permitiria melhor analisar e descrever a intervenção analisada neste estudo, aspecto este que caracteriza a pesquisa qualitativa. Com isso, direcionamos o convite a todos os alunos que estavam em RER no ano de 2004, dos quais seriam selecionados aqueles que tivessem disponibilidade de tempo para participar do trabalho, demonstrassem interesse pela Geometria Analítica e que estivessem decididos a seguir na licenciatura.

¹⁷ Alunos em RER são aqueles que obtiveram média final maior ou igual a três e menor do que cinco e, portanto, têm o direito de serem novamente avaliados pelo professor da respectiva disciplina no semestre seguinte.

O convite para participar da pesquisa foi realizado em uma reunião promovida no Laboratório de Ensino, situado nas dependências do Departamento de Matemática desta unidade da Unesp. Esta reunião foi agendada pelo Prof. Dr. João Peres, docente de Geometria Analítica, na qual estiveram presentes oito alunos, os quais aceitaram envolver-se no estudo.

Salientamos que este número correspondeu às nossas expectativas, pois sabemos que, muitas vezes, é difícil engajar sujeitos neste tipo de investigação. Nesta perspectiva, o presente estudo foi privilegiado por contar com um número adequado de licenciandos, aspecto este que contribuiu para que obtivéssemos uma visão ampla da intervenção analisada.

Apontamos duas razões principais que contribuíram para este índice de aceitação. A primeira refere-se ao fato destes alunos estarem em RER e a segunda relaciona-se a familiaridade que a maioria dos alunos já possuía com o software que é utilizado na investigação. Muitos deles haviam participado do Curso de Extensão *Noções básicas de Geometricricks*¹⁸, promovido pelo Departamento de Matemática no segundo semestre de 2004, no qual puderam explorar muitas funções da referida mídia na abordagem de Geometria.

4.2.3. O Software Geometricricks

Nesta investigação escolhemos trabalhar com o Geometricricks, um software de geometria dinâmica bastante difundido atualmente, devido às suas facilidades de uso e também porque ele está presente nos ambientes educacionais de muitas instituições. Além disso, consideramos o *design* do Geometricricks pedagógico, desse modo, após orientações preliminares, os sujeitos do estudo puderam trabalhar com mais autonomia nas atividades.

Este software é destinado à abordagem de conceitos de Geometria plana e pode ser explorado na abordagem de conceitos de Geometria Analítica, no estudo de funções lineares e na construção de fractais. O custo deste recurso é acessível, além do que, ele se mostra apropriado a qualquer nível de ensino em virtude da sua interface interativa e as possibilidades de aprofundamento das investigações favorecidas pela sua dinâmica.

O Geometricricks dispõe de funções que podem enriquecer a abordagem de conceitos de Geometria, como a opção *arrastar*¹⁹, a facilidade na visualização de formas e conceitos e os *menus* que permitem construir diversos objetos geométricos e favorecem a interação do aluno com o computador. Por meio destes recursos, é possível determinar as relações algébricas e visualizar as propriedades das construções executadas.

¹⁸ Curso ministrado por esta pesquisadora sob responsabilidade do Prof. Dr. Marcelo de Carvalho Borba.

¹⁹ Recurso que possibilita a transformação contínua de um objeto ou construção em tempo real.

A interface do Geometricks, conforme podemos observar na ilustração abaixo, é acessível, de modo que vários dos seus recursos estão disponíveis na tela na forma de ícones, facilitando, com isso, a interação do usuário com o mesmo. Ainda, dispõe de um conjunto de *menus* que ampliam as possibilidades de representação e investigação de conceitos matemáticos.

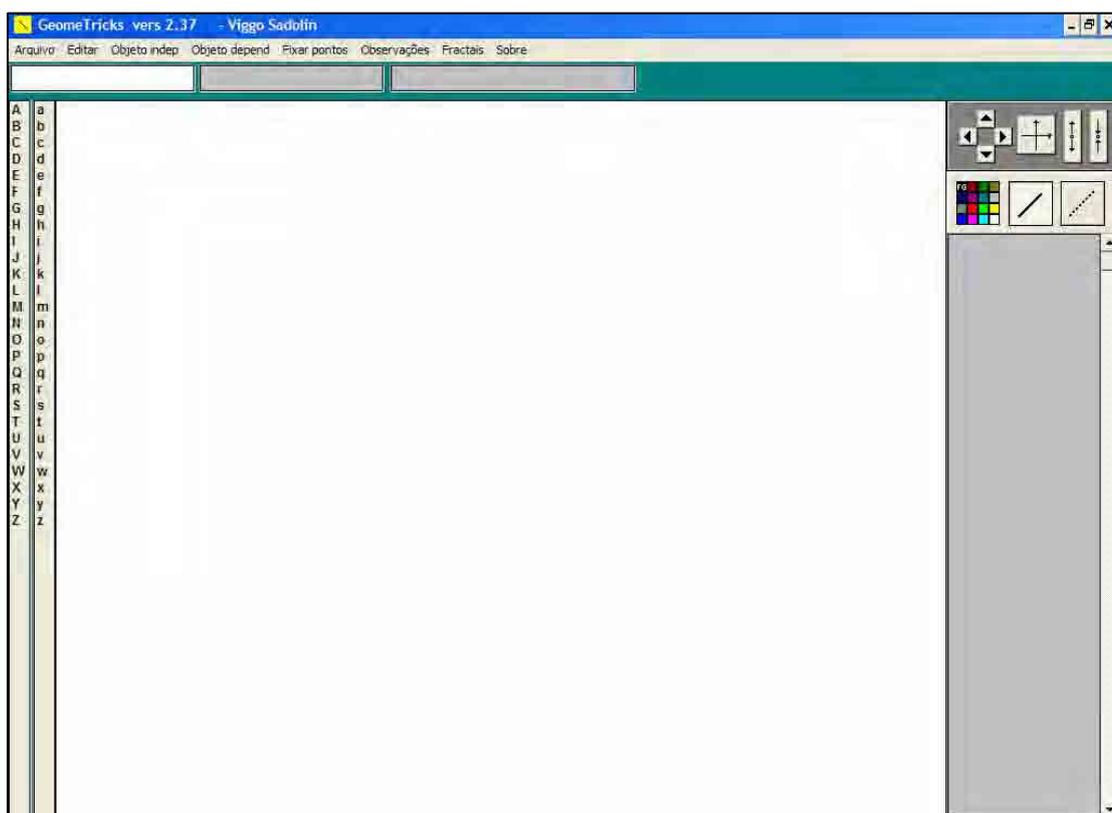


Figura 1: Tela principal do software Geometricks.

Este software foi desenvolvido pelo dinamarquês Viggo Sadolin da *The Royal of Educational Studies* e é representado no Brasil por Marcelo de Carvalho Borba e Miriam Godoy Penteado, docentes da Unesp de Rio Claro, os quais foram responsáveis pela tradução do mesmo para o português no ano de 2000 e, desde então, é distribuído pela Editora da Unesp, São Paulo, Brasil.

O Geometricks destina-se a microcomputadores PC e executa em qualquer sistema operacional Windows e também em Linux, ou pode ser acessado diretamente em CD. Ademais, ocupa apenas 466 KB de espaço na memória do disco rígido do computador. A versão *Demo*²⁰ é distribuída gratuitamente e pode ser encontrada na home-page <http://www.rc.unesp.br/igce/pgem/gpimem.html>.

²⁰ *Demo* é uma versão para demonstração que possui apenas alguns dos recursos da versão original e, portanto, as possibilidades de uso são limitadas.

A figura a seguir ilustra, por meio da representação de um hexágono regular, dentre outras coisas, a flexibilidade que o software oferece à construção de figuras geométricas quaisquer. Neste exemplo, após realizar a construção, o usuário pode mover livremente a figura e analisar se os elementos que caracterizam o respectivo hexágono como regular são variantes ou invariantes e, com isso, elaborar suas próprias conjecturas.

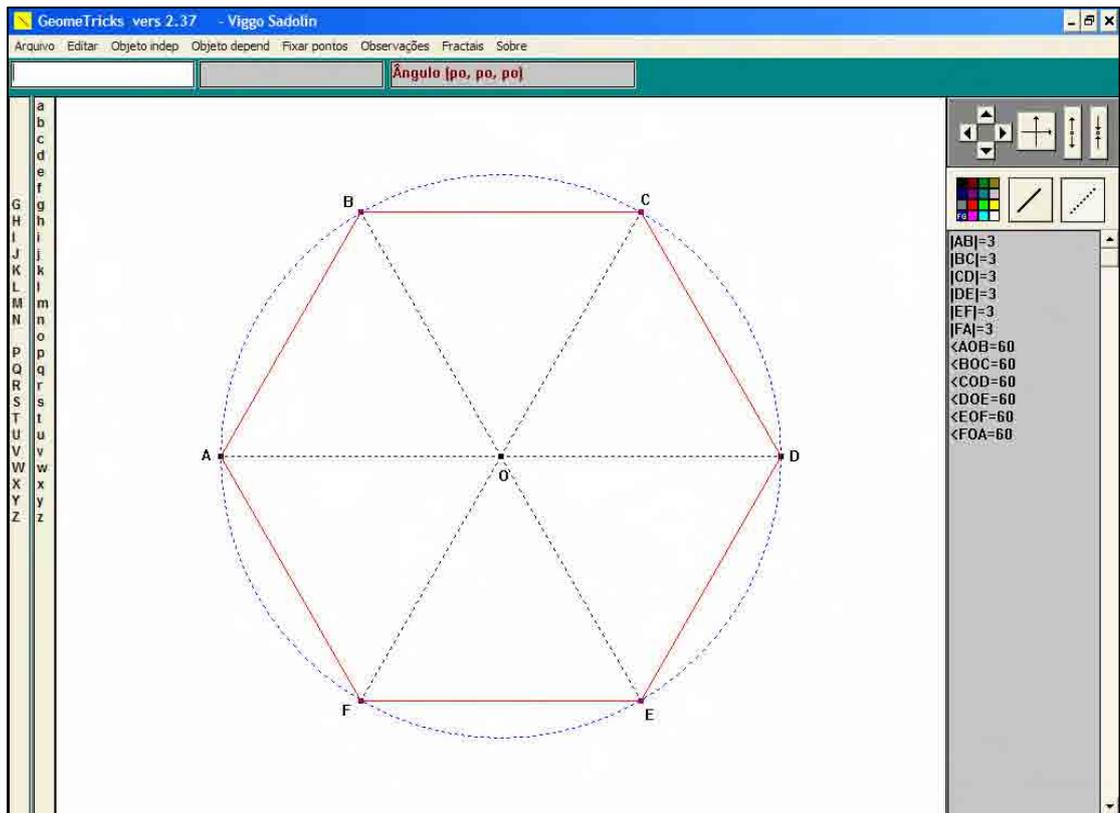


Figura 2: Representação de um hexágono regular obtida no Geometricks.

É importante lembrar que a mobilidade ou não de uma figura construída depende dos procedimentos adotados na construção, de modo que, para uma mesma tarefa, pode-se obter figuras que ao serem movimentadas perdem suas características iniciais e suas propriedades e outras figuras que as mantêm.

O Geometricks, conforme podemos observar na figura anterior, possui alguns recursos, entre eles, a janela de observações (situada no lado direito da tela), que permite ao usuário observar em tempo real a variação das propriedades dos objetos construídos. Isto é, a partir de uma determinada construção geométrica, é possível explorar a visualização das suas propriedades e, por meio dos dados mostrados na janela de observações, obter e analisar sua representação algébrica.

Outro forte argumento na escolha deste recurso é a sua interface, que permite ao indivíduo um bom controle sobre suas construções. Não obstante, todas as construções e representações dependem da ação do sujeito, característica esta que o leva a refletir mais profundamente sobre suas ações e sobre os possíveis erros, bem como dos elementos que estão sendo usados em cada construção. Explico. A estrutura do software não fornece figuras geométricas ou formas prontas, de modo que qualquer construção que se deseja fazer pode ser obtida por meio da execução de etapas sucessivas, as quais são determinadas pelo sujeito.

Partindo do objetivo deste estudo e mobilizando futuros professores de Matemática no desenvolvimento de atividades didáticas para o ensino de Geometria Analítica, usando o software Geometricks, buscamos promover a integração das mídias informáticas à prática docente nesta área por meio de uma atividade investigativa, a qual teve como cenário um ambiente de aprendizagem favorável à autonomia e criatividade dos participantes.

4.2.4. O Cenário da Investigação

Após a seleção do software, do contexto social da pesquisa e dos participantes, foi necessário escolher o local onde seriam realizados os encontros. Este lugar deveria dispor de computadores equipados com Geometricks, editor de texto para que as atividades fossem redigidas, impressora e Internet, além de disponibilizar lousa e mesas para estudo.

Dentre os aspectos que foram estabelecidos para esta escolha, consideramos que o cenário deveria estar situado em um local de fácil acesso aos sujeitos engajados nas atividades, evitando assim que tivessem que se deslocar para pontos muito afastados de suas residências, pois todos eles residem nas proximidades da Unesp.

Considerando todas estas exigências, preferimos trabalhar no Laboratório de Informática e Educação Matemática (LIEM), o qual é utilizado, principalmente, pelos integrantes do Grupo de Pesquisa em Informática, outras Mídias e Educação Matemática (GPIMEM) do Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática da Unesp de Rio Claro, pois este espaço dispunha dos recursos e das condições necessárias a esta pesquisa.

Depois de planejar e organizar todos os pormenores para a realização da investigação neste espaço físico, iniciamos o trabalho de elaboração dos projetos. A disposição dos alunos, dos recursos disponíveis neste ambiente, bem como alguns dos arranjos feitos para que as atividades pudessem transcorrer normalmente podem ser observados no registro fotográfico apresentado a seguir.



Foto 1: Disposição dos recursos e dos sujeitos no cenário da investigação.

4.3. Procedimentos Metodológicos

A escolha dos procedimentos metodológicos adotados na realização desta investigação foi um processo de amadurecimento progressivo, à medida que o objetivo do trabalho ia sendo delineado e a pergunta diretriz sendo reformulada. Assim, durante o período de realização da investigação, foram necessárias leituras e conversas com o orientador do estudo no intuito de rever as técnicas de coleta de dados e adotar outras que permitissem melhor acompanhar e analisar a proposta de intervenção que estava sendo investigada.

4.3.1. A Construção dos Projetos

Com o propósito de privilegiar o uso das mídias informáticas na abordagem de Geometria Analítica de forma criativa e favorável ao aprofundamento de conceitos, propriedades e definições, em consonância com os princípios do Construcionismo, adotamos como estratégia pedagógica a elaboração de projetos²¹, segundo a concepção de Hernández (1998), apresentada no capítulo anterior.

²¹ Neste estudo, os projetos desenvolvidos pelos participantes se constituíram em material pedagógico, os quais abordam diversos conteúdos de Geometria Analítica a partir da representação dos mesmos no software Geometricks. Estes podem ser utilizados por professores de ensino médio e superior.

Avaliando o trabalho com projetos nos cursos de licenciatura, Almeida (2000, p. 114) pontua que esta é uma estratégia relevante, pois permite ao licenciando

estabelecer conexões entre conhecimentos adquiridos anteriormente na construção de novos conhecimentos; trabalhar com conceitos e respectivas estruturas; elaborar e testar hipóteses de trabalho; alterar a ótica da informação e sua descrição para compreendê-la, ou seja para criar suas explicações e estruturas relacionais.

Porém, o trabalho com projetos requer alguns encaminhamentos prévios que são preponderantes para que o objetivo da atividade seja alcançado, como, por exemplo, decidir se os alunos vão desenvolvê-los individualmente, em grupos ou em duplas. Também, é necessário determinar quais recursos serão utilizados, os critérios que devem ser contemplados nos mesmos, e de que forma o professor estará mediando este processo.

Sob este prisma, consideramos que no caso desta pesquisa, por se tratar de um estudo qualitativo – cujo foco central é a análise de uma situação ou processo sugerido – as concepções e reflexões dos sujeitos seriam essenciais à apreensão e interpretação dos dados pela pesquisadora. Com este princípio em mente, adotamos como temática para desenvolver os projetos, o trabalho em duplas, visando a favorecer discussões entre os alunos e por meio destas, identificar as opiniões e conjecturas deles acerca da intervenção realizada.

Os pressupostos que nortearam a constituição das duplas partiram dos próprios sujeitos. Entretanto, observamos que eles adotaram como critérios a afinidade, proximidade e amizade entre eles e não foi necessário haver mudança nas formações iniciais no decorrer das atividades, devido à seriedade e empenho demonstrados pelos componentes das mesmas.

Igualmente, a distribuição das duplas no cenário do estudo não seguiu nenhum critério pré-estabelecido, pois, houve por parte da pesquisadora a preocupação de não constranger ou inibir os sujeitos da investigação impondo regras ou tomando decisões por eles. Conseqüentemente, cada dupla escolheu aleatoriamente, no primeiro encontro, um lugar para trabalhar, porém no decorrer das sessões verificou-se uma rotatividade contínua das duplas neste espaço físico. Acreditamos que esta atitude se deve a necessidade, inconsciente ou não, destes licenciandos ambientarem-se com o local e explorar outros recursos disponíveis.

As etapas que permearam o desenvolvimento dos projetos distribuíram-se em nove encontros de aproximadamente duas horas e meia cada um, entre os dias 27 de outubro e 20 de dezembro de 2004, sendo que um dos encontros foi destinado à exposição e discussão de algumas atividades. Esta sessão contou com a participação de João Peres, docente de Geometria Analítica da Unesp e de um colega de turma que não estava em RER.

Dando início ao processo de coleta de dados, a cada uma das duplas formadas foi atribuída a tarefa de escolher alguns tópicos em Geometria Analítica e elaborar, no mínimo, cinco atividades propondo a abordagem daqueles conceitos por meio do uso do software Geotricks. Assim procedendo, cada dupla fez suas escolhas e propôs atividades envolvendo-os (o conjunto das atividades produzidas se constituiu no projeto das duplas). Durante a elaboração dos projetos, os integrantes das duplas discutiam formas de representar os respectivos conteúdos usando o software, propondo soluções geométricas e analíticas.

Após representar um determinado conceito no software Geotricks, as duplas faziam a descrição dos procedimentos adotados na construção da referida figura ou lugar geométrico, acrescentando definições, demonstrações e comentários sobre a mesma, bem como sugestões concernentes às formas de resolver aquela atividade.

Os recursos usados na realização dos projetos foram livros didáticos de Geometria Analítica, home-pages e *WebQuests*²² voltadas à abordagem desta disciplina, além de materiais extras (como apostilas, por exemplo) com exercícios e aplicações.

Seguindo esta dinâmica, cada dupla constituída elaborou atividades didáticas envolvendo conceitos de Geometria Analítica, utilizando o software Geotricks como instrumento auxiliar a representação e visualização de conceitos, definições e propriedades, privilegiando desta forma a autonomia que os mesmos precisam ter para planejar e executar ações, bem como refletir sobre elas, em sintonia com os pressupostos do Construcionismo. Essas atividades vieram a se constituir em material pedagógico, o qual pode ser aproveitado por professores de nível médio e superior de ensino.

A realização das atividades que permearam o desenvolvimento dos projetos foi dividida em módulos, incluindo a familiarização com o software, investigação e discussão dos conceitos de Geometria Analítica abordados pelas duplas, elaboração de atividades envolvendo os conteúdos selecionados, organização do projeto e discussão coletiva posterior a apresentação das mesmas, analisando-se a viabilidade e contribuição aos processos de ensino e aprendizagem desta disciplina.

Foram promovidas, também, sessões de discussão de conceitos, demonstração de propriedades e equações, assim como resolução de problemas propostos em livros didáticos específicos da respectiva disciplina, visando a retomar tópicos deficitários e formalizar as proposições apresentadas nas atividades, priorizando sempre a representação gráfica e a passagem desta para a representação algébrica a partir das propriedades visualizadas.

²² Sites de busca orientada de caráter mais educacional.

Durante as sessões, surgiram discussões sobre diversos assuntos de Geometria Analítica, as quais propiciaram reflexões em torno dos temas focados nas atividades, em consequência da estratégia pedagógica adotada nesta investigação. Tais discussões permitiram que os grupos estivessem mais seguros para expor suas dúvidas e conclusões, também em virtude do clima de confiança e amizade estabelecido entre a pesquisadora e os sujeitos.

4.3.2. A Coleta de Dados

Visando a responder a pergunta *Como trabalhar com projetos em Geometria Analítica, usando software de geometria dinâmica, visando a favorecer a formação de futuros professores de Matemática?*, foram adotadas várias técnicas de coleta de dados no intuito de apreender a realidade dos sujeitos e para melhor analisar a intervenção sugerida neste estudo.

Inicialmente, no encontro em que foi realizada a reunião de apresentação, os licenciandos responderam a um questionário, o qual tinha o propósito de investigar a relação destes com a disciplina de Geometria Analítica, suas experiências com tecnologias informáticas e o porquê de cada um deles participar da investigação. Foi combinado, ainda, que as duplas deveriam apresentar, na sessão subsequente, um roteiro prévio do projeto que desenvolveriam, acompanhado de notas (comentários), dúvidas e procedimentos que seriam empregados.

No encontro seguinte foi aplicado um segundo questionário, visando a saber quais eram as perspectivas deles com relação ao trabalho que estava sendo iniciado, a forma como relacionavam a representação algébrica e geométrica dos conceitos de Geometria Analítica e os aspectos intrínsecos à abordagem desta que poderiam ser modificados. E um terceiro questionário foi aplicado após o encerramento da coleta de dados.

Neste período também foram produzidos registros, por meio de fotografias, dos momentos considerados relevantes nos encontros. Para esta modalidade de coleta de dados foi usada uma estratégia distinta, na qual os próprios alunos selecionavam e fotografavam os momentos que achavam interessantes. Esta forma de coletar dados, segundo Bogdan e Biklen (1994), permite que pesquisadores percebam como os sujeitos vêem o seu mundo.

Pelo que se pode constatar, os registros fotográficos produzidos pelos alunos permitiram a pesquisadora compreender como eles estavam avaliando a estratégia de trabalho adotada e contribuíram para gerar dados para a pesquisa que não haviam sido previstos. Ademais, durante os encontros em que os projetos foram desenvolvidos, algumas conversas dos sujeitos foram gravadas em áudio e posteriormente transcritas e analisadas.

Em algumas sessões foram realizadas entrevistas com os participantes visando a identificar suas concepções de ensino e aprendizagem de Matemática e saber como estavam avaliando a estratégia de trabalho adotada (contribuições e implicações à sua formação docente). Esta técnica de coleta de dados, definida por Turato (2003), Alves-Mazzotti (2002) e Goldenberg (2003) como entrevista semi-estruturada, caracteriza-se como um roteiro que tem o propósito de orientar a conversa entre pesquisador e pesquisado.

As entrevistas semi-estruturadas evitam que o pesquisador induza o pesquisado a fornecer determinadas respostas, assim como permitem ao entrevistado expressar suas idéias e experiências de modo informal e natural. Não obstante, de acordo com Alves-Mazzotti (2002, p. 168), são muito adequadas a estudos qualitativos, pois,

são muito pouco estruturadas, sem um fraseamento e uma ordem rigidamente estabelecidos para as perguntas, assemelhando-se muito a uma conversa. Tipicamente, o investigador está interessado em compreender o significado atribuído pelos sujeitos a eventos, situações, processos ou personagens que fazem parte de sua vida cotidiana.

Após a elaboração dos projetos, os licenciandos foram convidados a responder um terceiro questionário, o qual versava sobre as contribuições deste trabalho à sua formação pessoal e profissional e como concebiam o uso das mídias informáticas na prática docente nesta área específica do conhecimento.

Outra fonte de dados de considerável valor foi a gravação em vídeo que se deu durante a realização de algumas sessões, entre elas, aquela em que ocorreu a socialização dos projetos. Este procedimento teve como propósito registrar as considerações e reflexões dos licenciandos acerca do conteúdo de Geometria Analítica focado nas atividades e revelar a postura destes frente ao cenário sugerido para esta etapa do trabalho.

A estratégia de combinar múltiplas formas de coletar dados, definida por Denzin e Lincoln (2000) como *triangulação*, é um método muito adequado à pesquisa qualitativa em função da necessidade de se analisar com profundidade o tema em estudo, bem como descrevê-lo a partir das diversas fontes de dados coletados.

Sob este ponto de vista, Goldenberg (2003, p. 63) define triangulação como a “combinação de metodologias diversas no estudo do mesmo fenômeno”, na qual os métodos qualitativos podem observar, diretamente, como cada indivíduo, grupo ou instituição experimenta a realidade pesquisada. Por outro lado, Borba e Araújo (2004, p. 35) ponderam que “a triangulação em uma pesquisa qualitativa consiste na utilização de vários e distintos procedimentos para a obtenção dos dados”.

Teorizando sobre este procedimento em estudos qualitativos, Flick²³ (1998) *apud* Denzin e Lincoln (2000, p. 5) argumenta que

triangulação não é uma ferramenta ou uma estratégia de validação, mas uma alternativa para a validação (Flick, 1998, p. 230). A combinação de múltiplas práticas metodológicas, materiais empíricos, perspectivas de observadores em um único estudo é melhor entendida, então, como uma estratégia que adiciona rigor, abrangência, complexidade, riqueza e profundidade a qualquer pesquisa.

Adotaremos nesta investigação as definições de *triangulação* propostas por Borba e Araújo (2004) e por Flick (1998), pois estas contemplam de forma mais adequada o processo de investigação que foi realizado.

Todas estas formas de coletar dados têm se mostrado adequadas à pesquisa qualitativa, entretanto, as gravações em vídeo, segundo Borba e Araújo (2004), Bogdan e Biklen (1994), Detoni e Paulo (2000), Benedetti (2003) e Powel *et al.* (2004), têm se constituído em um método riquíssimo de coleta de dados, pois permitem ao pesquisador acompanhar o comportamento dos sujeitos da pesquisa de forma mais atenta e detalhada, dependendo do clima de confiança e colaboração que se estabelece no diálogo entre ambos.

Para estes autores, os dados armazenados em vídeo revelam aspectos concernentes às colocações dos sujeitos que, a partir de dados escritos ou gravações de áudio, seriam impossíveis de serem observados, os quais foram expressos por gestos, pausas, gaguejos etc. Também podem revelar o aprofundamento das reflexões acerca dos temas que estavam sendo discutidos e o amadurecimento de conceitos por parte dos sujeitos.

Tratando da análise de vídeo em pesquisas qualitativas, Steffe e Thompson (2000, p. 292) sustentam que “a análise cuidadosa de fitas de vídeo oferece aos pesquisadores a oportunidade de ativar os registros de suas experiências passadas com os estudantes e trazê-los à consciência²⁴”.

Após a realização de cada encontro, foi feita uma descrição cuidadosa dos mesmos em um caderno de campo, visando a traçar um mapa dos projetos que estavam sendo desenvolvidos, avaliar como o trabalho de cada dupla estava transcorrendo, além de evitarmos que episódios importantes naquele encontro pudessem ser esquecidos se tais descrições fossem realizadas somente após o encerramento de todas as atividades de coleta de dados.

²³ Triangulation is not a tool or a strategy of validation, but an alternative to validation (Flick, 1998, p. 230). The combination of multiple methodological practices, empirical materials, perspectives, and observers in a single study is best understood, then, as a strategy that adds rigor, breadth, complexity, richness, and depth to any inquiry (see (Flick, 1998, p. 231)).

²⁴ Careful analyses of the videotapes offers the researchers the opportunity to activate the records of their past experiences with the students and bring them into conscious awareness.

4.4. Planejando a Análise dos Dados

Este momento é, com certeza, o mais trabalhoso e o mais complexo em qualquer pesquisa. Por esta razão, o pesquisador precisa ter clareza dos aspectos e procedimentos que constituem a análise de dados e ter em mente um plano para esta etapa, mesmo que provisório. Partindo deste pressuposto, segundo Bogdan e Biklen (1994), o pesquisador, principalmente iniciante, evita perder-se em montanhas de dados sem saber por onde começar, ou então, desperdiçar dados valiosos de seu estudo por não saber organizar as informações coletadas.

Visando a esclarecer como análise de dados é concebida neste estudo, propomos uma definição da mesma com o propósito de destacar os aspectos intrínsecos a esta etapa da pesquisa, os quais devem ser privilegiados na elaboração do plano inicial de análise. Ainda, consideramos que por se tratar de um estudo qualitativo, esta etapa requer um tratamento diferenciado do pesquisador, pois a pesquisa qualitativa não busca validar uma teoria já existente, mas a formulação de novas teorias por meio do aprofundamento da interpretação dos dados coletados em uma investigação.

Assim, muitos autores apresentam concepções ou definições distintas para análise de dados, mas considerando-se as necessidades deste estudo, a definição adotada está consubstanciada sob a luz do que dispõe Bogdan e Biklen (1994, p. 205), na qual a

análise de dados é o processo de busca e de organização sistemático de transcrições de entrevistas, de notas de campo e de outros materiais que foram sendo acumulados, com o objectivo de aumentar a sua própria compreensão desses mesmos materiais e de lhe permitir apresentar aos outros aquilo que encontrou. A análise envolve o trabalho com os dados, a sua organização, divisão em unidades manipuláveis, síntese, procura de padrões, descoberta dos aspectos importantes e do que deve ser aprendido e a decisão sobre o que vai ser transmitido aos outros.

Tomando a definição acima como norteadora do processo de análise de dados na presente investigação, inicialmente, realizamos a separação e a organização do material coletado (entrevistas, questionários, projetos elaborados, registros de campo e gravações em vídeo e áudio), visando a facilitar a primeira leitura destes dados.

De acordo com este direcionamento, à medida que os registros em áudio e vídeo foram examinados, selecionamos momentos críticos nos mesmos, os quais foram transcritos e alguns textualizados. Posteriormente, estes dados, juntamente com aqueles provenientes dos questionários aplicados aos sujeitos e os depoimentos coletados no decurso das sessões foram selecionados de acordo com a convergência de concepções e indícios que pudessem apontar possíveis respostas à pergunta diretriz desta investigação.

Com o propósito de facilitar a manipulação e a organização dos dados, bem como a representação dos resultados, o material (entrevistas e transcrições) foi relido e classificado, à medida que era contrastado com o referencial teórico apresentado nos capítulos 2 e 3 desta dissertação. Durante a etapa de releitura do material selecionado, buscamos destacar trechos nos depoimentos e transcrições que pudessem revelar as potencialidades da estratégia pedagógica adotada na intervenção realizada à formação inicial docente em Matemática.

Posterior a isso, estes trechos, juntamente com algumas atividades produzidas pelos alunos e os dados oriundos do caderno de campo foram sistematizados e analisados de acordo com a perspectiva teórica apresentada nos capítulos anteriores.

Encerrada a exposição dos procedimentos metodológicos que nortearam este estudo, elucidamos que no capítulo seguinte são apresentadas, em detalhes, algumas considerações pertinentes às etapas que permearam o desenvolvimento dos projetos, bem como é feita uma descrição das características dos sujeitos que compuseram o cenário da investigação.

CAPÍTULO 5

5. PERFIL DOS SUJEITOS E DESCRIÇÃO DAS ETAPAS DO TRABALHO COM OS PROJETOS

Este capítulo traz uma breve descrição das características individuais dos alunos que fizeram parte desta investigação, com as quais buscou-se construir o perfil do grupo. Também apresenta uma exposição detalhada das etapas que constituíram a coleta de dados (o primeiro contato com os sujeitos, as sessões referentes ao desenvolvimento dos projetos e o encontro de socialização dos resultados), enfatizando pontos positivos e aspectos negligenciados com relação à ação da pesquisadora e ao encaminhamento das atividades. Ainda, expõe algumas considerações acerca do processo de elaboração dos projetos das duplas.

5.1. A Seleção dos Sujeitos

As atividades que permearam o desenvolvimento dos projetos, as quais constituíram a etapa de coleta de dados, foram iniciadas com oito alunos, com os quais formaram-se duplas. Todos estes alunos, conforme exposto no capítulo anterior, eram do primeiro ano do Curso de Matemática da Unesp de Rio Claro e estavam em RER na disciplina de Geometria Analítica.

De acordo com as considerações apresentadas anteriormente, decidimos trabalhar com alunos em RER levando em conta a necessidade de engajá-los neste estudo e visando a investigar uma proposta de intervenção pedagógica favorável ao processo de formação inicial docente em Matemática. Com este propósito em mente, após o encerramento das atividades do primeiro semestre letivo do ano de 2004, procuramos fazer um levantamento, junto ao professor de Geometria Analítica, do número de alunos do primeiro ano do curso de Matemática que estavam pendentes na referida disciplina.

A formação do coletivo que compôs a investigação se deu logo no primeiro encontro promovido com os alunos em RER, na qual estiveram presentes Ana Paula, Bruno, Edson, Flávio, Luciano, Mariana, Paula e Vitor, os quais, sem exceção, demonstraram interesse em participar do trabalho. As características destes alunos são apresentadas na tabela a seguir.

Tabela 1: Caracterização dos sujeitos da pesquisa

| Aluna(o) | Características principais |
|-----------------|---|
| Ana Paula | Mostrou-se uma aluna bastante comedida. Sua trajetória escolar, de um modo geral, foi bem sucedida, e desde o ensino fundamental tem preferência pela Matemática. Pareceu pouco à vontade na primeira sessão de coleta de dados. Ainda, apresentou dificuldades na interação com o software. Após sucessivas faltas desistiu do trabalho. |
| Paula | Dinâmica, determinada, responsável e muito dedicada. Tem facilidade em expressar-se e expor suas idéias. Mostrou-se segura durante as atividades e esteve presente em todas as sessões. Já fez sua escolha pela licenciatura. Tem aptidão para aprender estudando sozinha. Acredita que o uso de recursos informáticos pode favorecer a abordagem de determinados conceitos matemáticos. |
| Bruno | Pareceu tímido. É inteligente, tem afinidade com abstrações matemáticas e demonstrações. No momento pretende seguir cursando bacharelado. Esteve ausente em algumas sessões de trabalho. Acredita que o ensino de Matemática não pode se desvincular da exposição de conceitos, definições e exemplos na lousa pelo professor. |
| Edson | Mostrou-se desinibido e criativo. Também, revelou grande preocupação com o seu aproveitamento nesta disciplina. Devido a questões particulares esteve ausente em vários encontros de trabalho. No momento, está decidido a cursar licenciatura. |
| Flávio | Reflexivo, crítico e questionador. Revelou grande preocupação com as questões educacionais e com o ensino voltado às necessidades atuais. É muito comunicativo e possui uma boa oratória. Criativo e detalhista na elaboração das atividades. Por razões pessoais esteve ausente em algumas sessões, porém todas estas faltas foram compensadas em outros dias da semana. É defensor da utilização das mídias informáticas nas práticas educativas, em particular na área de Matemática. |
| Mariana | Fala com eloquência, é muito simpática e dinâmica. Desde o ensino fundamental tem preferência pela Matemática. Definiu-se por este Curso ainda no ensino médio. Afirmou que, embora esteja em RER, esta foi a melhor disciplina que cursou na primeira fase do curso. Para ela, a Matemática permite o indivíduo pensar e, portanto, contribui para o desenvolvimento das pessoas. Abandonou o trabalho. |
| Luciano | Dedicado e responsável. Foi um dos alunos mais assíduos nas sessões de trabalho e freqüentemente comparecia ao laboratório aos sábados de manhã. Mostrou-se entusiasmado com as possibilidades oferecidas pelo software e impressionado com as descobertas que foram propiciadas pela visualização. Pretende ser professor. |
| Vitor | Muito tímido, porém fala com clareza e apresenta bons argumentos para as suas conjecturas. Pensa em ser professor, mas pareceu assustado com a idéia de enfrentar uma classe inteira de alunos devido à sua timidez. Embora tenha apontado algumas contribuições do uso de softwares ao ensino de Matemática, mostrou-se cauteloso com relação à integração dos mesmos à sua futura prática, argumentado que necessita primeiro ter experiência com o conteúdo matemático. Foi muito assíduo nas sessões. |

Fonte: Entrevistas e questionários aplicados pela pesquisadora.

Ressaltamos que embora as atividades tenham sido iniciadas com oito alunos, após quatro encontros com sucessivas faltas, duas alunas (Ana Paula e Mariana) abandonaram o trabalho sem justificativa, e sem ao menos ter concluído a primeira atividade que havia sido planejada. Com isso, a investigação teve continuidade com a participação efetiva de Bruno, Edson, Flávio, Luciano, Paula e Vitor e a base de dados deste estudo constituiu-se das atividades, projetos, depoimentos e considerações destes alunos.

5.1.1. Etapas que Mediaram a Caracterização do Coletivo Formado

Com o propósito de conhecer os licenciandos engajados na investigação, foram aplicados três questionários aos mesmos. O primeiro na reunião em que foi feito o convite aos alunos em RER na disciplina de Geometria Analítica, o segundo na sessão de apresentação dos objetivos do trabalho e o terceiro após o encerramento das atividades de coleta de dados.

No decurso dos encontros foram feitas observações do empenho destes licenciandos e das suas atitudes com relação ao enfrentamento dos desafios que se apresentavam à construção das atividades de Geometria Analítica e ao uso do software Geomtricks. Também foi realizada uma entrevista com o professor João Peres, no intuito de saber como estes alunos interagem em sala de aula e como encaravam a respectiva disciplina, procurando-se destacar os obstáculos que dificultaram o aproveitamento deles na mesma.

Segundo parecer do referido professor, a maioria dos alunos que cursaram a disciplina de Geometria Analítica por ele ministrada no ano de 2004, dentre eles os oito alunos que fizeram parte deste estudo, mostraram-se tímidos e pouco participativos nas aulas. Tais atitudes podem estar relacionadas à mudança que os mesmos experimentam ao ingressar no curso superior, incluindo mudança de ambiente, de grupo social, de obrigações e compromissos discentes, bem como de professores.

Nos restringindo aos oito alunos deste estudo, quase todos, com exceção de um apenas, apresentaram um crescimento progressivo na respectiva disciplina, o qual verificou-se pelos resultados apresentados nas três avaliações realizadas pelo professor, em que o aproveitamento desses foi sempre crescente, embora insuficiente para que fossem aprovados.

Além disso, o professor João reforçou o amadurecimento pessoal e acadêmico demonstrado pelos alunos, de modo que a maioria deles tomou consciência das suas dificuldades, da necessidade de dedicarem-se às atividades acadêmicas com esmero, da importância de aproveitarem as atividades extraclasse e cursos de extensão como uma forma de ampliarem seus conhecimentos e aprimorarem a sua formação.

Por outro lado, o referido professor destacou alguns aspectos institucionais²⁵ e curriculares, que contribuíram para o baixo aproveitamento desses alunos em Geometria Analítica, como por exemplo, o ingresso tardio de muitos deles na turma, a qual estava bastante adiantada no conteúdo e já realizando as primeiras provas do semestre. Igualmente, pontuou que o tempo destinado à abordagem desta disciplina, que é estabelecido na estrutura curricular do Curso, é insuficiente para que se promova um aprofundamento adequado dos conteúdos que a constituem.

O ingresso tardio no Curso foi apontado, também, pelos sujeitos deste estudo como sendo um dos maiores empecilhos ao bom aproveitamento deles nesta e em outras disciplinas, assim como dificultou o processo de adaptação social deles à nova turma. Da mesma forma, a estrutura curricular do Curso de Matemática, segundo relato de alguns integrantes desta pesquisa, tem se constituído em obstáculo ao desempenho dos alunos, conforme podemos observar no depoimento a seguir.

Refletindo sobre seu rendimento na disciplina de Geometria Analítica e sobre os aspectos que o levaram a ficar em RER, Flávio afirma que:

Quando eu ingressei no Curso já era começo de abril. Eu perdi umas duas semanas de aula, assim, efetivamente de aula. Só que como é um curso de um semestre, a matéria que o professor tem que passar pra cumprir seu plano [pausa], é muito rápido. Cheguei já no décimo capítulo do livro, mais ou menos, e em semana de provas. E ainda tratava-se de uma matéria que eu não tinha formação durante o ensino médio. Eu não tive, assim, pelo menos eu não via com essa cara. Eu estudei aquele conteúdo, mas não sabia que aquilo era Geometria Analítica.

Dos estudantes que participaram desta pesquisa, quatro deles (Paula, Vitor, Flávio e Bruno) chegaram à turma entre as duas primeiras semanas do mês de abril do respectivo ano, e foram forçados a recuperar o conteúdo já abordado em sala de aula, trabalhando e estudando sozinhos ou retomando-o com os colegas mais adiantados. Além deste desafio, os alunos acima citados precisaram ambientar-se e socializar-se mais rapidamente com o contexto social ao qual foram incorporados, bem como se adaptar as regras estabelecidas neste grupo.

²⁵ De acordo com o regimento da Unesp, os alunos aprovados no vestibular que ficam na lista de suplentes, podem ser chamados e efetuar matrícula no Curso em que foram selecionados até seis semanas após o início das aulas, no caso de haverem desistências ou cancelamento de matrícula dos alunos da primeira chamada.

Considerando as colocações dos alunos acerca do seu aproveitamento, acreditamos que, no caso específico dos quatro alunos citados, a pendência destes na referida disciplina está mais relacionada ao fato deles terem ingressado tardiamente na turma, justamente na semana da primeira avaliação. Com isso, os resultados foram baixíssimos, pois não tiveram explicações do professor em sala de aula e nem tempo para estudar suficientemente.

Ainda com o propósito de conhecer melhor cada um dos sujeitos engajados nesta investigação, durante o período em que trocamos experiências (pesquisadora e sujeitos) grande atenção foi dada às falas e depoimentos dos licenciandos, tanto nas entrevistas realizadas quanto nas conversas informais, buscando identificar características comuns aos mesmos, crenças, opiniões e concepções que viessem definir o perfil do coletivo da pesquisa.

5.2. Perfil do Grupo

A partir da análise das respostas provenientes dos questionários aplicados, dos dados obtidos por meio das entrevistas, das observações feitas pela pesquisadora, das mensagens eletrônicas trocadas e da conversa com o professor de Geometria Analítica, foi possível construir o perfil do grupo, do qual destacamos algumas características principais.

A primeira constatação feita, logo na primeira conversa, mostrou que todos os alunos que compuseram o cenário da investigação eram jovens. As idades dos integrantes do coletivo formado variavam entre 18 e 23 anos, sendo que a maioria deles estava na faixa dos 18 aos 20 anos, o que é bastante normal em se tratando de alunos do primeiro ano da graduação.

Também podemos destacar como característica comum aos sujeitos desta pesquisa, o gosto e a preferência pela Geometria Analítica, gosto este que, segundo alguns depoimentos, teve origem no ensino médio. Pelas colocações deles, o fato de estarem em RER está relacionado à complexidade de alguns assuntos e não com a forma como estes conceitos são abordados em sala de aula, ou por não gostarem desta disciplina.

Outra característica observada no referido grupo foi o interesse, a curiosidade e a motivação que o uso das mídias informáticas propicia aos mesmos. Segundo relatos destes alunos e pela frequência com que participam das atividades oferecidas pelo Departamento de Matemática e pelo Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática desta unidade da Unesp, foi possível constatar que eles consideram muito importante aproveitar as oportunidades de interagirem com estes recursos e, por esta razão, procuram participar de vários cursos, oficinas e seminários que tratam da incorporação dos mesmos às práticas pedagógicas dessa área do conhecimento.

Outrossim, a maioria deles afirmou, em conversas informais e nas entrevistas, que o que torna a Geometria Analítica mais bela e mais interessante é a possibilidade de se demonstrar algebricamente conceitos e propriedades de construções geométricas e gráficas. Além do que, argumentaram que a tarefa de realizar demonstrações neste campo da Matemática, e também em outros, como Cálculo e Geometria Euclidiana, por exemplo, é extremamente prazerosa e gratificante para eles.

Outro ponto notável a ser enfatizado se refere às atitudes de responsabilidade e dedicação demonstradas por estes alunos durante a realização das atividades que permearam a coleta de dados. Com exceção das alunas que desistiram, os demais dedicaram várias horas semanais na elaboração do projeto que se propuseram a desenvolver.

Alguns estudantes que não compareciam aos encontros das quartas-feiras, procuravam compensar a falta reunindo-se em outros dias da semana (aos sábados de manhã ou tarde e também nas segundas e quintas à noite), em companhia da pesquisadora, para dar continuidade às atividades iniciadas, ou analisar e melhorar a atividade que o colega havia desenvolvido na sessão em que um deles esteve ausente. Uma das duplas, a qual era bastante assídua, freqüentemente se dispunha a vir no laboratório aos sábados e discutir mais calmamente suas atividades ou, então, para rever aspectos considerados deficitários.

As atitudes de responsabilidade e dedicação evidenciadas pelos participantes desta pesquisa revelaram o comprometimento desses alunos com a aprendizagem de Geometria Analítica, talvez em consequência da nova avaliação a que seriam submetidos no final do segundo semestre, e explicitaram, ainda, o interesse, a curiosidade e a motivação que a interação com as tecnologias informáticas lhes proporciona.

Observamos, também, no decurso dos encontros, que as duplas trabalhavam muito concentradas, de modo que em nenhum momento foi necessário chamar a atenção dos alunos para que retornassem ao trabalho. As conversas registradas nas sessões se davam entre os integrantes das duplas e entre duplas distintas, nas quais os licenciandos refletiam a respeito das representações feitas, dos objetivos das atividades sugeridas, das possíveis aplicações de um dado conceito e sobre a apresentação escrita destas atividades.

Embora apresentassem dificuldades em alguns conteúdos específicos de Geometria Analítica, as duplas constituídas procuraram abranger vários assuntos em seus projetos e isso mostra que estes jovens sentem-se capazes de encarar novos desafios. Ademais, afirmaram que buscam aproveitar ao máximo todas as oportunidades acadêmicas que surgem, ampliando as suas experiências educacionais como uma forma de favorecerem o seu aprendizado e seu desenvolvimento pessoal.

Ressaltamos que, dos seis alunos que participaram efetivamente deste estudo, apenas um desconsidera a possibilidade de seguir cursando licenciatura. Para os demais que optaram pela formação profissional docente, a idéia de ser professor inspira-lhes uma certa animação e a possibilidade de ingressarem no mercado de trabalho mais rapidamente. Por outro lado, esta posição lhes parece desconfortável e desafiadora, o que é justificável pelo fato de estarem no primeiro ano da licenciatura.

5.3. Os Encontros

Todas as atividades pertinentes à coleta de dados da presente investigação foram desenvolvidas no Laboratório de Informática e Educação Matemática (LIEM), situado nas dependências do Departamento de Matemática da Unesp de Rio Claro.

Para assegurar a disponibilidade deste espaço, foi feita a reserva junto aos membros do grupo e agendamento das datas de sua utilização. Esta escolha levou em consideração os princípios de proximidade física, condições e acesso e disponibilidade dos sujeitos, aspectos estes discutidos no capítulo 4 desta dissertação.

Os encontros realizados na etapa da coleta de dados totalizaram nove, distribuídos entre os dias 27 de outubro e 16 de dezembro de 2004 e cuja duração média foi de 2 horas e meia cada um. Destes, o primeiro se constituiu em uma reunião em que foi feita a apresentação da pesquisadora e dos objetivos do trabalho que seria desenvolvido, e os restantes foram dedicados ao desenvolvimento dos projetos.

5.3.1. O Primeiro Contato

O primeiro contato oficial com os sujeitos da pesquisa se deu no dia 27 de outubro de 2004, data em que o professor João Peres havia agendado uma reunião com todos os alunos em RER para planejar como seria realizada a avaliação dos mesmos em Geometria Analítica, para qual a pesquisadora, previamente, havia solicitado permissão para participar e conversar com os licenciandos sobre o trabalho que seria desenvolvido.

Entretanto, por razões particulares, o referido professor não pode comparecer a este compromisso, e com isso esta pesquisadora teve a oportunidade de conversar mais longamente com os alunos presentes e apresentar-lhes os objetivos do estudo que estava sendo proposto, a estratégia de trabalho que estaria sendo adotada, bem como as responsabilidades deles nas atividades que envolveriam a elaboração dos projetos.

A ausência do professor neste dia foi, de certo modo, positiva para o encaminhamento dos trabalhos referentes à coleta de dados, pois pudemos conversar calmamente a respeito dos objetivos da investigação, sobre as possibilidades de uso das tecnologias informáticas na prática pedagógica em Matemática e sobre a necessidade deles estarem estudando Geometria Analítica neste período, antes de serem submetidos à nova avaliação.

Nessa reunião discutimos aspectos atinentes à relevância deste trabalho como uma forma de estarem contribuindo com a sua formação docente, assim como da possibilidade das atividades construídas por eles serem aproveitadas como material de apoio por colegas e professores do nível médio e superior.

Visando a orientar os alunos presentes na respectiva reunião, foram estabelecidos alguns critérios que deveriam ser privilegiados nos projetos, como por exemplo, aspectos estruturais e metodológicos essenciais em cada atividade e o número mínimo de atividades a serem elaboradas pelas duplas. Assim como, foram explicitados os procedimentos metodológicos que seriam utilizados na coleta de dados e de como se procederia a interação entre pesquisadora e pesquisados, além de serem fornecidas instruções de como as construções geométricas deveriam ser gravadas para posterior utilização.

Também, combinamos que, em cada uma das sessões seguintes, as duplas trariam um rascunho do trabalho a ser desenvolvido no respectivo encontro, o qual deveria apresentar o conteúdo escolhido, os objetivos da atividade ou das atividades pré-elaboradas, definições e demonstrações necessárias, possíveis aplicações dos conceitos intrínsecos à mesma, os aspectos que poderiam ser explorados a partir destas e considerações conceituais e procedimentais da dupla sobre cada atividade que seria produzida.

Ficou determinado, ainda, nesta reunião que cada participante usaria o próprio nome nos diálogos com seus pares, não sendo necessário, portanto, o uso de nomes fictícios. Estes concordaram que as transcrições de suas falas, as quais são apresentadas neste estudo, trouxessem seus nomes verdadeiros.

Para compor o cenário da investigação, conforme explicitado no capítulo anterior, foram convidados todos os alunos que estavam em RER na disciplina de Geometria Analítica no ano de 2004, até mesmo aqueles que não compareceram na referida reunião, dos quais seriam selecionados 8 alunos. Dos presentes neste encontro, cada um demonstrou oralmente sua pretensão de participar do trabalho que foi sugerido, sendo que não foi necessário adotarmos critérios específicos de seleção, pois o número de confirmações não excedeu o parâmetro que havia sido previsto inicialmente.

Posterior a ratificação dos interessados, foi escolhido o dia da semana e turno, no qual as atividades seriam desenvolvidas. A decisão, quase unânime, determinou que o grupo se encontraria todas as quartas-feiras à noite, das 19:30 às 21:30 horas, com a possibilidade de haverem encontros extras, caso necessário, para que as duplas pudessem agilizar as atividades atrasadas, refletir sobre o trabalho desenvolvido ou retomar aspectos confusos dos projetos. Foram promovidas três sessões extras aos sábados, nas quais duas duplas compareceram.

5.3.2. Desenvolvimento dos Projetos

O segundo encontro foi totalmente dedicado à apresentação dos princípios norteadores da pesquisa proposta pela investigadora, com ênfase à base teórica (Construcionismo) que fundamenta o enfoque metodológico adotado no desenvolvimento das atividades com os alunos. Também ocorreu a familiarização com os recursos do software Geometricks, a formação das duplas e a delimitação dos conteúdos que foram abordados nos projetos.

Após o encerramento desta sessão, foram realizadas entrevistas individuais com alguns dos alunos que permaneceram no laboratório até mais tarde, no intuito de identificar as suas concepções com relação ao ensino da Matemática e ao uso das tecnologias informáticas como recurso auxiliar à prática docente nesta área do conhecimento.

Depois da constituição das duplas, cada uma fez a escolha dos temas que foram abordados no seu projeto. As duplas formadas foram **Ana Paula e Mariana, Bruno e Edson, Flávio e Luciano, Paula e Vitor** e os temas selecionados foram *vetores, operações e aplicações de vetores, produto escalar e vetorial, norma de um vetor, definição de reta, retas e suas posições relativas, equações da reta, estudo do plano, construção e estudo de cônicas*.

Embora os assuntos delimitados fossem variados, todas as duplas escolheram um ou mais temas comuns. Este aspecto não se constituiu em problema para a investigação, em razão de estarem sendo desenvolvidos projetos semelhantes, mas sim, foi considerado um aspecto positivo, pois contribuiu para que as duplas pudessem discutir entre si as questões propostas em cada um dos projetos e refletir sobre as mesmas. Ainda, foi possível analisar as distintas formas de tratar um assunto por meio das abordagens propostas pelas duplas.

Os projetos foram desenvolvidos entre os dias 03 de novembro e 15 de dezembro de 2004, totalizando seis encontros. A dinâmica adotada nesta etapa consistia em consultar no material disponível (livros, *sites* e apostilas), definições e propriedades inerentes ao conteúdo que estava sendo tratado, e a partir da análise e discussão da dupla sobre estes conceitos, propor atividade(s) focando o respectivo tema ou conteúdo.

Nessas sessões os alunos dedicaram-se a desenvolver seus projetos, os quais deveriam conter cinco atividades de Geometria Analítica, baseadas no uso do software Geometricks, levando em conta os requisitos sugeridos no primeiro encontro. Os respectivos projetos constituíram-se em material pedagógico composto de atividades didáticas que tratam de alguns conteúdos específicos da respectiva disciplina. O número mínimo de atividades que seriam elaboradas pelas duplas foi definido pela professora-pesquisadora, pois consideramos que o conjunto das atividades produzidas abrangeria vários tópicos da disciplina e, com isso, forneceria subsídios para analisarmos as potencialidades da intervenção realizada.

Constatamos que cada encontro de elaboração dos projetos se constituiu na continuidade do trabalho desenvolvido na sessão anterior, pois as duplas revisavam as atividades já elaboradas e buscavam abordar novos conceitos relacionados às mesmas, entrelaçando-os e propondo aplicações e demonstrações ou fazendo comentários sobre aspectos que poderiam ser explorados nas respectivas atividades.

Além disso, no decorrer dos encontros foram promovidas conversas entre sujeitos e pesquisadora com o propósito de analisar o tratamento dado a determinados assuntos de Geometria Analítica, bem como as potencialidades da estratégia pedagógica adotada neste estudo para a formação inicial docente em Matemática, a qual permitiu que os alunos envolvidos pudessem criar atividades didáticas usando tecnologias informáticas.

Ressaltamos que dentre os aspectos que caracterizaram as sessões de trabalho, as constantes ausências de alguns integrantes das duplas, as quais poderiam prejudicar parcialmente o processo de coleta de dados, se constituíram em momentos de reflexão sobre as atividades já elaboradas e nos permitiram fazer uma interpretação mais abrangente do papel do professor na intervenção pedagógica que estava sendo investigada.

Em consequência das ausências mencionadas, foi possível estabelecer diálogos mais duradouros com os alunos presentes sobre a forma como cada um promoveu a abordagem dos conceitos de Geometria Analítica por meio do uso do software Geometricks, assim como explicitar suas reflexões sobre a função docente.

5.3.3. Socialização dos Resultados

O último encontro ocorreu no dia 16 de dezembro de 2004, igualmente no LIEM e destinou-se totalmente à exposição das atividades desenvolvidas pelas duplas aos colegas engajados na pesquisa e ao professor João Peres. Contamos ainda, nesta sessão, com a presença de um colega da turma que não estava em RER.

Elucidamos que esta sessão se caracterizou como o fechamento do trabalho com os projetos, porém, foram promovidos outros encontros no primeiro semestre do ano de 2005, em que conversamos sobre os aspectos notáveis da intervenção realizada. Não obstante, promovemos uma experiência no LIEM com alguns calouros do Curso de Matemática, na qual uma dupla (Flávio e Luciano) explorou as atividades do projeto que desenvolveu, conforme registro fotográfico mostrado a seguir.



Foto 2: Flávio e Luciano aplicando suas atividades aos alunos da Matemática/2005.

Retomando as considerações acerca do encontro de socialização dos projetos, acrescentamos que este foi um dia agitado, os alunos estavam ansiosos e tensos com o momento da apresentação das atividades produzidas. Alguns participantes (Edson, Paula e Vitor) chegaram ao laboratório por volta das 15 horas para acertar os últimos detalhes do trabalho e rever as questões que seriam explanadas e discutidas com o grupo. O início das atividades, conforme previsto, deu-se pontualmente às 17 horas, prolongando-se até às 20:20.

Antes de iniciarmos as apresentações, combinamos que o professor João Peres faria os comentários e sugestões concernentes às questões e aos assuntos de Geometria Analítica, enquanto que a professora-pesquisadora filmaria a exposição das atividades e faria considerações sobre as mesmas. Ficou acertado, também, que os componentes das outras duplas poderiam fazer colocações sobre os trabalhos que estivessem sendo mostrados, porém, isso não se verificou, talvez por inibição à câmera ou à presença do professor.

Neste encontro, foram notáveis os momentos de reflexão experimentados pelos alunos durante a exposição das atividades. Constantemente o professor João tecia comentários relativos ao software ou aos conceitos discutidos. Outras vezes interrogava os alunos acerca das atividades e dos conceitos envolvidos nas mesmas, ou sobre outras possibilidades de explorá-las. Não raro, um aluno durante a sua exposição percebia que havia cometido um erro conceitual e imediatamente retomava o ponto negligenciado, corrigindo-o.

Em alguns casos, após as colocações do professor, o aluno refletia sobre as considerações feitas pelo mesmo, ponderava sobre o equívoco apontado e, recorrendo a conhecimentos e concepções prévias, sugeria uma forma de saná-lo. Porém, em outras situações o próprio professor indicava os lapsos ou enganos cometidos e propunha correções, conforme podemos verificar na transcrição apresentada abaixo, o qual relata parte de exposição da primeira atividade desenvolvida pela dupla Flávio e Luciano.

Flávio: *Sejam as retas representadas pelas equações:*

$$r: X = (2, 3) + \lambda (2, 2) \quad (\lambda \in \mathbb{R}) \quad (I)$$

$$s: X = (2, 4) + \mu (3, 6) \quad (\mu \in \mathbb{R}) \quad (II)$$

Para verificar se as retas são concorrentes basta verificar se seus vetores diretores não têm mesma inclinação, ou seja, na prática, basta verificar se as coordenadas (2,2) e (3,6) não são “proporcionais”.

Neste caso fica fácil perceber que os dois vetores não seguem proporção. Portanto as retas que contêm esses vetores são concorrentes. Sendo concorrentes, podemos analisar ainda, se essas retas são coincidentes ou se são distintas. Então, transformando a equação (I) em paramétrica e atribuindo o valor 1 a λ , encontramos mais um ponto, que é o ponto que a gente estava precisando.

Prof. João Peres: *Eu gostaria de fazer uma observação. É. Você diz que para conseguir o outro ponto para mostrar as posições relativas desses dois vetores, primeiro devemos transformar as equações vetoriais em paramétricas. Não há necessidade de transformar as equações vetoriais em paramétricas.*

Flávio: *Não?*

Prof. João Peres: *Bastaria. Volta na sua equação, por favor. Essa equação aqui $\{ r: X = (2, 3) + \lambda (2, 2) \}$ é uma equação vetorial. Bastaria você atribuir um valor para **Lambda** (λ), porque qualquer ponto que você pegar (...). Substituindo o par (2,3) numa equação e o outro ponto na outra. Veja. Bastaria você atribuir um valor para **Lambda** (λ) que não seja o ponto (0,0). Desculpa, que não seja o zero, senão vai repetir o ponto (2,3), e atribuir um valor para **Mi** (μ) que não seja o zero.*

Tendo como pressuposto as situações observadas neste encontro, avaliamos que a socialização dos resultados se constituiu em um momento de formalização de conceitos essencial ao fechamento do trabalho com projetos nos processos educacionais (VALENTE, 2003c), em consequência das discussões e reflexões que surgiram ao longo das exposições dos licenciandos, bem como pelas contribuições do professor João.

Situação semelhante verificou-se no momento em que a dupla Edson e Bruno expunha uma das suas atividades ao grupo. Nesta, a dupla propôs uma definição para produto vetorial não muito usual nos cursos de Geometria Analítica, então o professor presente, ao comentar a questão, sugeriu que esta fosse substituída levando em conta que os livros não mencionam a divisão de vetor e sim, a multiplicação de um número real por um vetor. Porém, o professor considerou, que mesmo não sendo uma abordagem comum, esta pareceu ser mais acessível à aprendizagem deste conceito, sendo, portanto, aceitável.

A dupla concordou que a abordagem adotada não foi encontrada no material disponível para consulta no cenário da investigação, mas avaliaram que a mesma pareceu ser mais facilmente compreendida desta forma e que, assim, os alunos que fossem utilizá-la, poderiam compreender melhor esse conteúdo.

Ressaltamos que a formalização de conceitos é extremamente importante no trabalho com projetos, pois, de acordo com o estudo de Petito (2003), este momento se constitui no fechamento daquilo que foi pesquisado e elaborado pelos alunos. Esta etapa deve contar com a mediação atenta do professor para que seja efetuada a contraposição das definições e abordagens apresentadas pelos alunos com as definições formais. Ou seja, consideramos que o projeto precisa, além de ser motivador, instigador e desafiador para o projetista, deve culminar naquilo que é focado no currículo.

Igualmente, constatamos que a exposição do material desenvolvido pelas duplas às pessoas que não estavam envolvidas no processo contribuiu para que estes alunos investigassem as potencialidades do software Geometricks de forma crítica, reforçando sempre o papel do mesmo à aprendizagem de conceitos matemáticos e de que forma o professor (eles) precisa intervir neste tipo de prática pedagógica.

Durante a exposição dos projetos os licenciandos avaliavam constantemente as contribuições e limitações do software à abordagem dos conceitos implícitos em cada uma das atividades construídas, mostrando em que situações (se na introdução de um novo conceito ou no aprofundamento do conteúdo visto em sala de aula) este recurso pode favorecer a aprendizagem de conceitos matemáticos.

No caso do estudo de vetores, assim como a dupla Paula e Vitor, também o professor João Peres ponderou que o software não privilegiou a representação gráfica dos mesmos, pois não dispõe de setas que indicam a orientação (sentido) de vetor. Por outro lado, com relação à construção de cônicas e ao estudo do plano, todos concordaram que o Geometricks auxilia a compreensão destes assuntos e suas propriedades, pois as representações geométricas executadas complementam as definições.

Nesta sessão foi possível perceber a relevância de ocorrer a socialização dos resultados dos projetos desenvolvidos para a realização pessoal dos sujeitos engajados neste tipo de trabalho pedagógico, aspecto este que é defendido por Petito (2003), Maltempi (2004) e Valente (2003c). A satisfação de estarem mostrando suas atividades a outras pessoas, atividades estas que foram resultado exclusivo do seu esforço, dedicação e trabalho, estava estampada nas faces destes estudantes e pode ser constatada em alguns depoimentos, como o que está exposto abaixo.

Avaliando o momento da socialização das atividades produzidas durante o processo de coleta de dados, Flávio acrescenta que

o que mais me marcou nesta experiência foi a exposição das atividades pro professor. Pra um professor. Eu acredito que ali, é [pausa] a gente passou nervosismo, ansiedade, tudo. Era uma experiência que a gente nunca tinha tido entendeu. Talvez, alguns já tivessem, assim, estado no papel de professor, mas pra mim foi novidade.

Entretanto, acrescentamos que algumas das etapas que constituíram a intervenção investigada nesta pesquisa apresentaram pontos críticos e, de certa forma, podem ter acarretado implicações tanto no desenvolvimento dos projetos dos sujeitos, quanto no processo de descrever e analisar a própria intervenção, conforme considerações explicitadas na seção subsequente.

5.4. Considerações sobre o Desenvolvimento dos Projetos

Manter um olhar crítico sobre a investigação é uma atitude necessária a todo o pesquisador, pois tal posicionamento permite-lhe apontar alcances e limitações de seu estudo. Da mesma forma, considerando que toda e qualquer investigação apresenta aspectos negligenciados, ponderamos que com esta pesquisa não seria diferente.

Com este princípio em mente, ao avaliarmos as atividades que permearam o desenvolvimento dos projetos, aspectos como o tempo estabelecido para a elaboração das atividades, a reação dos alunos frente à estratégia pedagógica adotada, a mediação da professora-pesquisadora, bem como a possibilidade de ocorrer a realização de reflexões no decorrer de cada encontro, foram devidamente examinados.

Primeiramente, avaliamos o tempo dedicado ao desenvolvimento dos projetos. Consideramos que a duração do processo que envolveu a produção das atividades foi razoável às necessidades e aos objetivos desta intervenção, embora, alguns alunos tenham reclamado do tempo fixado para produzir as atividades, conforme avaliação que segue.

A gente teve pouco tempo pra fazer as atividades. Se a gente tivesse tido mais tempo, a gente poderia ter vindo todas as vezes à noite, só uma vez por semana, entendeu? Só que agora no final apertou um pouco. Mas essa foi a primeira experiência da gente.

Porém, salientamos que as reclamações relacionadas à falta de tempo para concluir as atividades foram manifestadas por alunos que, freqüentemente, faltavam aos encontros. Como consequência, não conseguiram produzir as cinco atividades solicitadas inicialmente.

Nos restringindo ao caso dos alunos faltantes, avaliamos que o tempo que estes dedicaram à elaboração das atividades didáticas foi limitado e poderia ter sido ampliado, permitindo, assim, que pudessem promover maior aprofundamento em cada um dos temas focados nos seus projetos e, talvez, pudessem produzir todas as atividades sugeridas.

No que tange a duração do processo de desenvolvimento dos projetos, o qual é enfatizado por Dewey (1959) como fator essencial para que o projetista alcance os objetivos da atividade proposta, avaliamos que o tempo estabelecido à execução de um projeto depende de diversos fatores, de modo que este pode variar de algumas semanas, vários meses ou mesmo, estender-se por anos. Isto é, dependendo das necessidades dos alunos, das exigências do professor e do objetivo do projeto, o tempo necessário para que o mesmo seja concluído satisfatoriamente, pode ser maior ou menor.

Com relação ao posicionamento dos alunos frente à estratégia pedagógica adotada na intervenção realizada, destacamos que as opiniões divergiram. Por um lado, alguns apontaram a autonomia que lhes foi concedida na produção das atividades como sendo o ponto forte deste trabalho, conforme veremos no capítulo seguinte, porém para outros esta estratégia se constituiu em obstáculo ao processo de desenvolvimento dos projetos. Em consequência disso, a tarefa sugerida pareceu mais complexa do que era na verdade e segundo Edson,

mais difícil foi ter chegado aqui sem nenhuma idéia de como começar as atividades, ter que criar, pensar e tirar da cartola os exercícios. Ter que escolher um tema e discorrer sobre este tema. Depois do primeiro exercício, foi tudo bem. Mas nós tivemos que recorrer ao livro do Paulo Boulos para tirar o primeiro exercício, porque não tava saindo de jeito nenhum.

Analisando a atitude do referido aluno frente à estratégia pedagógica assumida na elaboração dos projetos, consideramos que esta foi perfeitamente normal, já que ele estava diante de uma nova situação, na qual, segundo Maltempo (2004), este aluno deixou de ser sujeito passivo e tornou-se ativo no processo de construção do conhecimento.

No intuito de esclarecer esses alunos sobre as concepções de uso pedagógico das mídias informáticas, foram promovidas reflexões sobre as possíveis formas de utilizá-las na prática docente, confrontando as experiências que tiveram em outros momentos de sua vida escolar com a estratégia praticada no desenvolvimento dos projetos, a qual pautou-se nas idéias do Construcionismo, conforme podemos observar no depoimento que segue.

Quando eu tava na 5ª série, mais ou menos, eu tive uma aula de introdução à informática, uma coisa do tipo como ligar o computador, noções básicas de informática. Então a professora ia ditando regras, passo a passo de como você tinha que fazer as coisas, te limitando a usufruir, a repetir aquilo. Isso não é interessante. Você se sentiria incluso numa sociedade digital dessa maneira? Não. É mais uma maneira de você ser submisso a ordens e regras, se limitando. Então, é importante ressaltar que essa oportunidade que a gente teve aqui no GPIMEM, talvez seja, no caso de alguns alunos, sabe, que se sentiram legal de estar desfrutando, trabalhando com atividades através do software, através da tecnologia, uma forma de inclusão. Não que ele nunca tivesse tido contato com o computador, mas a liberdade que foi dada aos alunos, entendeu. Talvez eles não tiveram numa outra experiência, como eu também nunca tive. Pra mim é bacana, e isso força, desenvolve a gente. Realmente temos um conhecimento do software, do que está sendo utilizado. A gente não fica só no que é falado.

Levando em conta as colocações deste aluno, as considerações feitas acerca do processo que permeou o desenvolvimento dos projetos e a estrutura das atividades propostas por eles, julgamos que esta experiência permitiu-lhes distinguir e avaliar os distintos modos de utilização das tecnologias informáticas na prática docente.

Apontamos, ainda, como ponto negligenciado na investigação a não realização de discussões e reflexões sobre as atividades durante o desenvolvimento dos projetos. Havia sido planejado no primeiro encontro que em cada uma das sessões, uma ou mais duplas escolheria uma atividade e apresentaria aos colegas para que os mesmos fizessem comentários, sugestões e críticas, entretanto, devido às ausências de alguns integrantes de duplas e a timidez de alguns alunos, esta prática não foi realizada.

De acordo com Almeida (2000), Valente (2003b) e Petito (2003), acreditamos que tais momentos poderiam promover maior envolvimento destes alunos com o trabalho realizado pelos colegas, favoreceriam o entrosamento entre os mesmos e uma melhor compreensão das suas concepções sobre a prática educativa em Matemática, bem como dos aspectos que podem influenciar o processo de formação inicial docente.

A título de esclarecimento, salientamos que o aspecto social é, segundo a concepção teórica assumida neste estudo, primordial na criação de ambientes de aprendizagem de cunho construcionista e à implementação do trabalho com projetos no contexto educacional.

Focando agora o papel da professora-pesquisadora, sustentamos que esta procurou intervir em diversos momentos, instigando a reflexão e a discussão entre as duplas sobre as dimensões da intervenção que estava sendo praticada, bem como procurou promover o entrosamento entre os sujeitos. Do mesmo modo, buscou auxiliar os estudantes na formalização dos conceitos que estavam sendo tratados nas atividades e promoveu situações de troca de experiências.

Encerramos a seção informando ao leitor que os dados provenientes da intervenção realizada com os alunos, incluindo-se algumas atividades produzidas por eles, são mostrados e analisados no capítulo seguinte, o qual é destinado à apresentação e análise dos dados.

CAPÍTULO 6

6. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS

Este capítulo é dedicado à apresentação e análise dos dados obtidos na realização da investigação, os quais são contrastados com o referencial teórico adotado nesta pesquisa, donde são feitas considerações sobre as várias dimensões que o trabalho com projetos abrange e sobre os indícios que apontam as possibilidades advindas da estratégia pedagógica desenvolvida ao processo de formação inicial docente em Matemática, bem como destaca outros fatores que podem influenciar de forma indireta este processo.

Ainda, tecemos comentários pertinentes aos aspectos negligenciados no decorrer da investigação, os quais, se forem contemplados em atividades que adotem a estratégia pedagógica descrita aqui, podem complementar o processo de formação inicial docente.

6.1. Iniciando a Discussão dos Resultados

Visando a sistematizar a apresentação dos dados e buscando evitar repetições enfadonhas, em todo o capítulo são usadas apenas as iniciais dos nomes dos participantes do trabalho nas transcrições das suas falas. Para a pesquisadora e para o professor João adotou-se uma notação distinta. Com isso, foram estabelecidas as seguintes notações: **B**: Bruno, **E**: Edson, **F**: Flávio, **JP**: João Peres, **L**: Luciano, **P**: Paula, **V**: Vitor e **PE**: Pesquisadora.

Objetivando facilitar e organizar a apresentação dos depoimentos dos licenciandos e evitar relatos desnecessários, usaremos a notação [...] para indicar que trechos das falas foram suprimidos por não se mostrarem relevantes à análise em questão. Também adotaremos a representação (...) para destacar os fragmentos das gravações que não puderam ser compreendidos na etapa da transcrição.

Por fim, adotamos um tipo distinto de letra (fonte) na apresentação dos depoimentos dos licenciandos, como uma forma de diferenciar os dados provenientes de questionários ou de gravação em áudio do restante do texto. Com isso, usamos a fonte *Monotype Corsiva* para caracterizar os depoimentos referentes aos questionários e entrevistas.

6.1.1. Panorama Geral dos Projetos Desenvolvidos pelas Duplas

Com o propósito de fornecer ao leitor um panorama geral do trabalho desenvolvido pelos sujeitos deste estudo, estruturamos um quadro resumo que apresenta os conteúdos abordados em cada um dos projetos e caracteriza as atividades construídas, explicitando o enfoque metodológico assumido pelas duplas. Elucidamos, ainda, que todos os projetos elaborados encontram-se nos anexos desta dissertação.

Tabela 2: Detalhamento da estrutura dos projetos desenvolvidos

| Dupla | Conteúdos abordados | Enfoque da dupla | Considerações |
|---------------|---|---|---|
| Paula e Vitor | <ul style="list-style-type: none"> - Definição de vetor; - Definição de vetor nulo e vetor paralelo; - Vetores paralelos de mesmo sentido e sentido contrário; - Vetores coincidentes de sentidos opostos e mesma norma; - Aplicações de vetores na Geometria Euclidiana; - Adição de vetores e vetor resultante; - Estudo do plano. | <p>Ênfase na representação gráfica e algébrica de vetores.</p> <p>Exploram algumas propriedades dos conceitos abordados nos projetos e propõem soluções para as atividades a partir da visualização obtida pelo Geometricks.</p> <p>A dupla desenvolve atividades de aplicação prática dos conceitos trabalhados em outras áreas da Matemática, como Geometria Euclidiana, por exemplo.</p> | <p>Pelo que se pode observar a dupla pareceu mais preocupada com o aprofundamento do conteúdo abordado por meio da exploração das propriedades inerentes aos mesmos. No total, a dupla elaborou cinco atividades.</p> |
| Bruno e Edson | <ul style="list-style-type: none"> - Combinação linear de vetores; - Vetor unitário (ou versor de um vetor); - Produto Vetorial; - Construção da elipse e estudo de seus elementos; - Construção de hipérbole e elipse secantes; - Cálculo da área aproximada da figura formada pela interseção da hipérbole e da elipse secantes e com mesmo centro. | <p>Descrição de propriedades inerentes aos conteúdos focados e da solução proposta em cada uma das atividades.</p> <p>A ênfase maior da dupla repousa na proposição de definições e na demonstração algébrica das propriedades e conceitos implícitos nas atividades.</p> <p>Algumas das definições apresentadas pela dupla são distintas daquelas sugeridas nos livros didáticos. Segundo consideração da dupla, esta atitude foi tomada visando a torná-las mais claras e compreensíveis.</p> | <p>Esta dupla demonstrou maior preocupação com a clareza das definições adotadas e com a apresentação de soluções algébricas formais.</p> <p>Em alguns momentos o uso do software mostrou-se menos relevante devido à abordagem usada pela dupla. Foram produzidas quatro atividades.</p> |

| | | | |
|------------------|--|--|---|
| Flávio e Luciano | <ul style="list-style-type: none"> - Definição de reta; - Posições relativas da reta no plano; - Equação vetorial e paramétrica de reta; - Construção de hipérbole e elipse; - Estudo da hipérbole equilátera; - Estudo da excentricidade das cônicas. | <p>Ênfase na representação gráfica e na busca de soluções geométricas e analíticas para as atividades.</p> <p>Descrevem algumas das construções feitas e apresentam demonstrações de equações das cônicas.</p> <p>Demonstram preocupação em explicar o raciocínio adotado na elaboração e na resolução de cada uma das atividades e em expor as suas conclusões acerca das mesmas.</p> | <p>A dupla enfatizou em seu trabalho as demonstrações algébricas de propriedades e equações, bem como pareceu estar muito preocupada com a clareza das definições propostas nas atividades.</p> <p>Produziram, no todo, cinco atividades.</p> |
|------------------|--|--|---|

Fonte: Análise dos projetos realizada pela professora-pesquisadora.

6.1.2. Perspectivas dos Sujeitos com Relação à Investigação

A primeira preocupação da PE após formalizar o convite aos alunos em RER para participar deste estudo e de fazer os esclarecimentos sobre as pretensões do mesmo, foi saber quais eram as perspectivas deles com relação às atividades que seriam desenvolvidas. As respostas obtidas no primeiro questionário aplicado, de um modo geral, apontaram a necessidade de aprofundarem os conhecimentos em Geometria Analítica e o desejo de desenvolverem habilidades de uso didático do software Geometricks, conforme mostrado nos depoimentos a seguir.

PE: Por que você gostaria de participar desta investigação?

F: *Para aperfeiçoar meus conhecimentos em Geometria Analítica. Visualizar construções geométricas. Utilizar softwares na aplicação direta no estudo da Geometria Analítica.*

B: *Para melhorar meus conhecimentos na área de Geometria Analítica, com isso saber aplicá-lo em cursos que dependem dessa Geometria.*

L: *Essa investigação pode mostrar a verdadeira utilidade dos softwares nas construções geométricas e proporcionar um aprofundamento dos conhecimentos de matemática aprendidos em aula.*

Além das respostas fornecidas neste questionário, as pretensões dos alunos ao se engajarem na investigação se fizeram presentes nas conversas registradas durante a coleta de dados e também na entrevista realizada ao final do processo de elaboração dos projetos. A transcrição abaixo expõe a avaliação de um licenciando a respeito da estratégia pedagógica adotada, na qual este enfatiza a necessidade de aprofundarem os conhecimentos em Geometria Analítica e a possibilidade de aprenderem mais sobre o software Geometricks.

PE: Essa estratégia de trabalho, na qual vocês têm liberdade para investigar o software e abordar temas de Geometria Analítica, tem alguma vantagem para a formação de vocês?

V: Como a gente ficou de RER nessa matéria, está ajudando bastante, sabe, por que a gente tem que estudar tudo e a gente está aprofundando esse conteúdo da prova que a gente vai ter que fazer. Além de aperfeiçoar esse conteúdo, a gente está também aprendendo mais sobre o Geometricks depois do curso que a gente fez sobre ele.

Verificamos por meio do relato acima que o referido aluno aponta a aquisição de conhecimentos específicos de Geometria Analítica como a maior contribuição da estratégia pedagógica investigada com este coletivo. Por outro lado, sabemos que a preocupação destes licenciandos com a aquisição de conhecimentos específicos de Geometria Analítica, neste caso, estava fortemente relacionada ao fato de que eles seriam submetidos à nova avaliação, e para isto precisariam rever e estudar os conteúdos da referida disciplina.

De todo modo, ponderamos que a elaboração das atividades didáticas de Geometria Analítica permitiu que estes alunos aprofundassem o conhecimento nesta disciplina, à medida que eles se propuseram a explorar possibilidades de aplicação dos conceitos abordados em outras situações que não as de sala de aula, e com isto, o trabalho pode ter contribuído com a sua formação específica, segundo depoimento mostrado abaixo.

PE: A elaboração de atividades didáticas de Geometria Analítica pode ter contribuído para sua formação ou para sua valorização como aluno?

F: Essas atividades nos ajudaram a assimilar as coisas como elas são, sabe. Nos ajudaram a ver as coisas que a gente não via antes. Então, este trabalho valorizou a gente. Tem contribuições que pra mim foram enormes. Talvez eu não tenha noção agora de quanto foi importante, mas, mais tarde quando eu tiver dando aulas, quando eu tiver contato com isso como professor, certamente eu vou lembrar dessa experiência.

Além disso, pelos dados registrados no caderno de campo, alguns deles admitem que, mesmo sendo considerados apenas alunos durante quase todo o processo de formação inicial docente, estão conscientes de que para assumirem a função docente necessitam de um bom conhecimento de Matemática. Igualmente, consideram essencial que sejam promovidos momentos de reflexão sobre ser professor e sobre as distintas formas de abordar um conteúdo em sala de aula, visando a favorecer a aprendizagem do aluno, conforme relato a seguir.

PE: Você já imaginou como é ser professor? Das experiências de aluno que você teve até o momento, você como professor mudaria alguma coisa? O que poderia ser diferente na licenciatura para ajudar o professor que está se formando?

F: [...]. Por enquanto na graduação a gente não pensa tanto nisso, nós somos alunos ainda. Só que eu acho que é muito importante a gente pelo menos refletir sobre essas coisas desde já. Já ir pensando nessas coisas. Senão, vou concluir a graduação e só depois vou pensar como é dar aula. Não é isso! Eu acho que você tem que vir com uma idéia disso durante a graduação. Assim, você já pode aproveitar também, porque o tempo passa voando. Quatro anos passam muito rápido. Mas se você souber aproveitar bem este tempo [...]. Eu não sei ainda como eu vou dar aula. Eu tenho uma idéia de aula vendo os professores, mas eu não sei como vou fazer depois. Então, durante a graduação a gente precisa se preocupar com isso, porque se você tem uma idéia, “minha aula vai ser assim e tal”, então a sua aula pode ser diferente. Por exemplo, uma aula de álgebra linear. A álgebra é difícil por si só. Então, como professor, eu acho que é mais legal você aprender e perceber, buscar maneiras diferentes de ensinar aquilo para o aluno, de explicar de outro jeito. E há uma maneira diferente? Às vezes, pode ter casos que não tem como, sabe, mas só de você pensar nisso, pensar em coisas diferentes para aquele conteúdo, já vale porque você vai se preparando melhor.

Também no primeiro questionário procuramos identificar as concepções destes alunos sobre o ensino de Matemática e sobre o uso das tecnologias informáticas na prática docente desta área do conhecimento, procurando averiguar de que forma estas concepções podem influenciar suas reflexões sobre a função docente.

No tocante as experiências pedagógicas vivenciadas pelos sujeitos desta pesquisa, envolvendo o uso de tecnologias, apuramos por meio das respostas fornecidas neste questionário que estas se resumem aos cursos de extensão promovidos pelo Departamento de Matemática da respectiva instituição, dentre eles, noções básicas de Geometricks e de calculadoras gráficas, os quais foram conduzidos por membros do GPIMEM.

Ainda neste questionário procuramos saber de que forma estes alunos se relacionavam com a disciplina de Geometria Analítica, e como enfrentavam suas dificuldades em Matemática, bem como os possíveis motivos que os levaram a ficar em RER. As respostas convergiram, conforme podemos verificar nos depoimentos que seguem.

PE: Como foi sua experiência com a Geometria Analítica após ingressar no curso de Matemática?

F: *Com certa dificuldade no começo do curso, mas gostando do curso. Passei a me dedicar muito tarde, assim a minha nota não foi suficiente para ser aprovado.*

P: *Eu tenho um pouco de dificuldade, mas eu gosto da disciplina.*

E: *Eu gosto muito do assunto, mas tive dificuldade ao expor meus conhecimentos em provas aplicadas, assim ficando em RER.*

Em síntese, buscamos saber por meio da questão anterior se estes licenciandos atribuíam o seu baixo rendimento em Geometria Analítica à forma como a mesma foi abordada em sala de aula. A partir do que queríamos encontrar uma relação entre as experiências educacionais anteriores destes alunos e a forma como encaram a possibilidade de assumirem a função docente em Matemática.

Verificamos, de modo geral, que estes alunos reconhecem que tiveram um pouco de dificuldade na referida disciplina, porém se esforçam para apresentar argumentos que justifiquem tais deficiências, ressaltando que embora tenham certo apreço pela mesma, o seu aproveitamento foi insuficiente para que fossem aprovados. Por outro lado, avaliam que o conhecimento realmente adquirido em Geometria Analítica não foi expresso nas provas.

6.2. A Construção das Atividades

A estratégia pedagógica adotada no trabalho com os projetos foi planejada em consonância com o objetivo deste estudo, o qual visa a apontar caminhos para os cursos de formação inicial docente em Matemática, que venham favorecer a formação específica, pedagógica e tecnológica, entrelaçando as experiências educacionais com o uso de softwares educativos, bem como de outros recursos tecnológicos adequados a esta disciplina.

Um dos aspectos que caracterizaram a intervenção realizada com os sujeitos do estudo, o qual foi apontado pelos licenciandos como condição favorável à sua aprendizagem e desenvolvimento, foi o caráter construcionista da mesma. A estratégia pedagógica praticada no trabalho com os projetos permitiu-lhes assumir a direção do seu processo de formação. Nesta, as duplas de estudantes puderam escolher os temas que seriam desenvolvidos nas atividades didáticas, realizar as construções usando procedimentos distintos e recursos variados, bem como estruturar os projetos à sua maneira.

A transcrição a seguir relata a avaliação de um participante do estudo acerca da estratégia considerada na elaboração dos projetos, enfatizando a autonomia que lhes foi concedida, a qual é defendida por Maltempo (2004; 2005), Valente (1993; 1999; 2002), Almeida (2000; 2003) e Papert (1994; 2003).

PE: Com relação à temática que a gente adotou na elaboração dos projetos, você achou esta forma de trabalhar positiva?

P: *Eu gostei, porque a gente se sentiu à vontade para fazer o que queria e abordar o assunto que a gente achava mais interessante, sabe. Porque tinha o livro do Paulo Boulos inteiro e a gente pôde escolher o assunto que a gente quis de verdade, entendeu? Isso é bom porque a gente se motiva mais a fazer o que a gente está fazendo. Porque aí a gente tem mais vontade de fazer, entendeu? Se você fala pra gente fazer um trabalho sobre cônicas e a gente não gosta de cônicas, por exemplo, eu não vou ter vontade de fazer, entendeu. Só que no caso, os que a gente escolheu foram os que a gente queria fazer. Que a gente tinha vontade de desenvolver.*

As argumentações a favor desta estratégia ressaltam algumas das dimensões do trabalho com projetos propostas por Dewey (1959), dentre elas o *interesse* e o *valor intrínseco*, as quais são enfatizadas nas respostas obtidas no segundo questionário aplicado aos sujeitos desta pesquisa. Constatamos nas conversas informais que a segunda dimensão sugerida pelo referido autor também se fez presente nas atividades que constituíram os projetos das duplas, pois cada tema focado atendia a uma dessas condições: *a)* conteúdo preferido da dupla ou *b)* conteúdo que a dupla teve mais dificuldade na disciplina.

Ao questionarmos os futuros professores sobre a importância do *interesse* no processo de aprendizagem em Geometria Analítica, notamos que as respostas fornecidas tenderam para um ponto comum, conforme podemos observar nos depoimentos apresentados adiante.

PE: Você acha que a investigação de temas relacionados à Geometria Analítica pode ser mais favorável à aprendizagem se esta partir do interesse do aluno?

V: *Sim, acho, porque você demonstrando mais interesse relacionado a uma investigação dos temas de Geometria Analítica que partiu de você ter escolhido, abrange mais as suas expectativas e seu empenho quanto à matéria melhora.*

E: *Se for de meu interesse, estarei fazendo uma coisa que gosto e tudo que você faz quando gosta tem melhores resultados.*

L: *Sem interesse, vou apenas decorar ou até mesmo, assimilar a idéia por trás da geometria, o que não seria a mesma coisa se eu partisse do meu interesse, onde realmente haveria maior dedicação e certamente aprenderia e investigaria melhor.*

P: *Se eu não tiver interesse não adianta que não vou aprender.*

Estes depoimentos, assim como outros, salientam a necessidade do projeto ou atividade educacional despertar interesse no aluno, pois somente assim ele terá vontade de fazê-la e procurará fazê-la da melhor maneira possível. Considerando as colocações de Dewey (1959), sustentamos que movido pelo interesse, o licenciando pode pesquisar sobre o assunto abordado, analisar constantemente o trabalho que está sendo desenvolvido e avaliar seu desempenho em cada etapa desta atividade, favorecendo, com isso, o seu processo de construção do conhecimento.

Tomando como pressuposto as considerações de Cury (2001) e Almeida (2000) apresentadas no capítulo 3 desta dissertação, e levando em conta o depoimento de um dos sujeitos do estudo exposto na página 111, defendemos a idéia que promovendo a interação do licenciando com as mídias informáticas nas suas diversas experiências acadêmicas, estaremos contribuindo para que sua futura prática docente esteja impregnada de tecnologia.

Sob este enfoque, sustentamos, ainda, que a utilização das mídias informáticas nos cursos de licenciatura não pode se restringir a uma disciplina específica e isolada das demais, mas sim, deve estar incorporada às disciplinas que compõem estes currículos e às práticas pedagógicas dos professores formadores, como uma maneira de influenciar a ação docente dos futuros professores.

De maneira geral, avaliamos que a aprendizagem por projetos na formação inicial docente, tendo como princípio a estratégia pedagógica descrita neste capítulo, pode contribuir para o amadurecimento pessoal dos licenciandos, aspecto este que se reflete na sua postura consciente frente às situações e desafios que podem se apresentar nesse processo.

PE: Pensando na estratégia que adotamos para elaborar os projetos, na qual você teve liberdade para escolher o assunto que quis ou que você mais gostava. Isso não é ruim? Como fica o restante do conteúdo?

P: Ah! Vendo por esse lado é ruim, porque aí, muitas vezes, a gente deixa de trabalhar algum conteúdo, de fazer outras coisas, mas mesmo assim eu acho legal porque a gente se desenvolve. Tem um monte de desafio no meio disso, porque não está tudo prontinho para a gente. Se estiver tudo pronto, a gente não vai precisar correr atrás das coisas e tal. [...]. Porque na hora de fazer a atividade prática mesmo, é que a gente vai aprender.

Igualmente, este trabalho pode ter contribuído para melhorar a auto-estima dos alunos engajados na investigação, devido à possibilidade de estarem produzindo algo que pode ser explorado por outras pessoas, aspecto este que colaborou para que se sentissem capazes e úteis, além de favorecer a inclusão social dos mesmos. O depoimento que segue relata a avaliação da participante Paula sobre esta questão.

PE: Como aluna, você acha o trabalho que foi desenvolvido aqui pode ter te ajudado em algo?

P: Pelo fato da gente ter ficado em RER, deu um baque em todo mundo, sabe. Aí a gente foi convidado para fazer esse trabalho aqui, então a gente viu que também era capaz de fazer as coisas, entendeu. A gente aprendeu algumas coisas e agora a gente pode aprofundar, tanto a Geometria Analítica quanto sobre o Geometricks.

Também, na avaliação realizada com estes jovens acerca da experiência por eles vivenciada de colocar-se no papel de professor, apresentando suas atividades a um docente, foi explicitada a relevância desta tarefa para eles e a satisfação que esta situação lhes proporcionou. Em seu depoimento, Paula fez a seguinte afirmação:

P: eu gostei muito de apresentar o trabalho ao João, pois eu percebi que ele ficou satisfeito com o nosso trabalho... e isso sem dúvida foi muito gratificante pra mim”.

Outro aspecto relevante observado durante a elaboração das atividades foi a atitude de colaboração entre os licenciandos. Não raro, integrantes de duplas distintas discutiam entre si os conceitos e propriedades abordadas nos projetos e sobre a forma como as atividades estavam sendo apresentadas e propunham sugestões que pudessem melhorá-las.

No fragmento abaixo, exibimos uma discussão entre integrantes de duas duplas distintas, na qual Bruno questiona Luciano acerca da estrutura da atividade que este último estava desenvolvendo, visando a explorar a representação geométrica de elipse.

B: *O que é que você está fazendo aí? Uma elipse?*

L: *É.*

B: *Como você começou essa atividade?*

L: *Eu tenho a equação aqui [mostra o rascunho] e daí eu achei o valor de c e a [...] e com isso vou construir a elipse no Geometricks.*

B: *Mas você não tem um problema aqui. Nem enunciado. Nada.*

L: *Depois eu penso nisso [conversam sobre outros assuntos]. Bruno me ajuda então.*

B: *Qual é seu objetivo para essa atividade?*

L: *Para o meu trabalho?*

B: *Não. Para sua atividade.*

L: *O objetivo é o que você quer mostrar com essa atividade?*

B: *O objetivo é, por exemplo, fazer com que seu aluno (...).*

L: *O objetivo, então, é fazer com que o aluno consiga extrair da equação da elipse os dados necessários para fazer a construção geométrica no Geometricks.*

B: *Isso é objetivo?*

L: *Claro que é [silêncio].*

B: *(...). Desse jeito você vai ter um monte de atividades na mão e não vai saber onde usar.*

Esta discussão revela a preocupação de Bruno com o objetivo da atividade apresentada por Luciano, a qual não está muito clara e isto pode comprometer o entendimento de quem queira fazê-la. Ou seja, explícita a preocupação com aspectos pedagógicos das atividades que estavam sendo elaboradas. Com isso, inferimos que a experiência propiciou reflexões sobre questões pedagógicas da prática docente. Pautados no relato acima, consideramos, ainda, que o ambiente promovido favoreceu a colaboração e o entrosamento entre os alunos, características estas privilegiadas em atividades de cunho construcionista.

As características deste ambiente de caráter construcionista, as quais são explicitadas nos capítulos 2 e 3 desta dissertação, segundo as considerações de Maltempi (2004) e Valente (1999; 2002), podem contribuir consideravelmente com a formação inicial docente, pois permitem que os futuros professores troquem experiências e ajudem-se mutuamente, como mostrado na conversa entre Bruno e Luciano.

Com base no registro fotográfico abaixo, produzido por um dos participantes da pesquisa no momento em que Edson grava a discussão de duas duplas sobre as vantagens e desvantagens do uso de softwares no ensino e aprendizagem de Matemática, pode-se dizer que este ambiente favoreceu a aproximação e a troca de experiências entre os estudantes.



Foto 3: Discussão do grupo sobre o uso de softwares no ensino de Matemática.

De acordo com Bogdan e Biklen (1994), à medida que o pesquisador permite aos pesquisados registrarem os momentos que consideram relevantes em um determinado estudo, ele pode perceber como estes sujeitos estão vendo o trabalho que está sendo proposto. Porém, salientamos que a liberdade de fotografar momentos julgados importantes durante a elaboração das atividades de Geometria Analítica, bem como a autonomia concedida aos alunos para manipular outros instrumentos de coleta (gravador, por exemplo), mostram que os sujeitos deste estudo também coletaram dados.

Tendo em conta a relevância do aspecto emocional no processo de construção do conhecimento, ressaltamos que o ambiente promovido para a realização da intervenção aqui analisada partiu deste princípio, de modo que o planejamento das etapas que permearam o processo de desenvolvimento dos projetos procurou privilegiar, além dos outros aspectos já mencionados anteriormente, ainda este quesito.

6.3. A Estrutura dos Projetos

Os projetos das duplas se constituíram em material pedagógico para o ensino de Geometria Analítica, no qual conceitos específicos desta disciplina podem ser abordados por meio do uso do software Geometricks. Cada um dos projetos está estruturado de acordo com alguns critérios previamente estabelecidos pela pesquisadora.

As exigências colocadas no primeiro encontro propunham que cada atividade deveria destacar logo no início o assunto que estava sendo abordado e o objetivo da mesma. Além disso, todos os conceitos e definições implícitos nas atividades deveriam ser cuidadosamente apresentados e comentados, assim como as propriedades envolvidas nestas definições e as possíveis aplicações e comentários, como explicitado na tabela abaixo.

Tabela 3: Aspectos exigidos em cada uma das atividades produzidas

| Requisito | Descrição |
|---|---|
| <i>Conteúdo</i> | O que é abordado na atividade. |
| <i>Objetivo</i> | O que se espera explorar ou alcançar com a atividade. |
| <i>Apresentação da atividade</i> | Elaboração do enunciado da atividade (ver página 119). |
| <i>Aspectos teóricos: conceitos, definições e notação</i> | Apresentação do conceito ou definição, ilustração do mesmo, descrição das notações usadas (ver página 119). |
| <i>Aplicações</i> | Possíveis aplicações do conceito(s) abordado(s) em sub-áreas da Matemática. |
| <i>Conclusões e considerações</i> | Considerações sobre a atividade, suas aplicações e aspectos que poderiam ser explorados nas mesmas. |

Fonte: Anotações feitas pela professora-pesquisadora no planejamento da intervenção.

Em virtude das orientações fornecidas pela professora-pesquisadora e das exigências descritas acima, as atividades elaboradas pelas duplas apresentam estruturas análogas e são desenvolvidas na forma de planos de aula, conforme podemos observar nos exemplos que são apresentados a seguir.

6.3.1. Atividade de Flávio e Luciano

Dentre as quatro atividades produzidas pela referida dupla, selecionamos como foco de análise nesta seção a Atividade I, a qual é apresentada, em detalhes, no quadro abaixo e posteriormente comentada.

Estudo de Retas

Objetivo: *Visualizar e entender uma reta.*

Exercício 1

Sejam dois pontos A e B distintos. Quantas retas passam por A e B? Represente pelo Geometricks e, intuitivamente, expresse uma Equação Vetorial para a(s) reta(s).

Quadro 1: Descrição da Atividade I elaborada pela dupla Flávio e Luciano.

Após o enunciado da atividade, a dupla descreveu uma forma de solucioná-la, como podemos verificar no próximo quadro. A resolução apresentada faz parte do projeto desenvolvido, mas esta tarefa compete aos alunos ou colegas que poderão explorar esta atividade e deve ser utilizada como uma sugestão de resolução.

Resolução



Pelos pontos A e B passa uma única reta,

Seja “r” a reta que passa por A e B.

“r” tem a direção do vetor $\vec{v} = \overrightarrow{AB}$ ou $\vec{v} = \overrightarrow{BA}$. Então,

$r: X = A + \lambda \overrightarrow{AB}$

(Equação Vetorial)

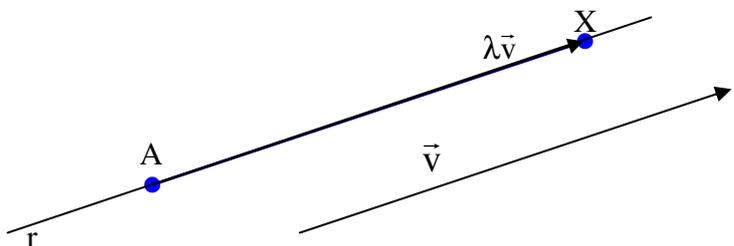
Conclusão

Podemos entender reta como um conjunto de pontos que têm uma direção. Assim, com dois pontos é possível determinar a equação de uma reta e sua direção.

Quadro 2: Descrição da solução da Atividade I proposta pela dupla Flávio e Luciano.

Visando a analisar de que modo esta dupla propôs a definição de reta nesta atividade, bem como identificar outros conceitos e idéias que podem estar incorporadas à conceituação apresentada por estes alunos, exibimos agora a definição sugerida em Boulos (1987).

Considere uma reta $r \subset E^3$. Escolha um ponto $A \in r$, e um vetor $\vec{v} \neq \vec{0}$ paralelo a r . Então é fácil ver que um ponto $X \in E^3$ pertence a r se e somente se \vec{AX} e \vec{v} são linearmente dependentes (ver figura), isto é, se e somente se existe $\lambda \in \mathfrak{R}$ tal que $\vec{AX} = \lambda \vec{v}$ ou seja $X = A + \lambda \vec{v}$ (1)



Em outras palavras, dado λ real, (1) nos dá um ponto X de r , e dado $X \in r$, existe $\lambda \in \mathfrak{R}$ tal que (1) se verifica. A reta r é, pois, o lugar geométrico dos pontos X de E^3 tais que vale (1).

A equação (1) chama-se equação vetorial da reta r .
Escreve-se

$$r: X = A + \lambda \vec{v}, (\lambda \in \mathfrak{R})$$

Quadro 3: Definição de reta apresentada em Boulos (1987).

Contrastando a definição de *reta* proposta por Flávio e Luciano e a definição apresentada no livro *Geometria Analítica: um tratamento vetorial*, o qual é usado do Curso de Matemática da Unesp de Rio Claro, notamos que a dupla recorreu à definição de reta comumente usada na Geometria Euclidiana, e, por meio da interpretação da definição proposta pelo autor da obra citada, propuseram na conclusão da atividade a sua concepção de reta, a qual, para eles, parece ser mais facilmente compreendida. Neste sentido, ponderamos que a definição sugerida pela dupla se baseia no conhecimento matemático construído por eles com relação ao assunto abordado na respectiva atividade.

Numa conversa promovida com a dupla a respeito desta atividade, na qual um dos integrantes explica à pesquisadora o propósito da mesma, Flávio deixa claro que esta é destinada a alunos que não tenham assimilado a noção de vetor, estando na graduação ou no ensino médio, conforme podemos constatar na transcrição que segue.

F: Nesta atividade escolhi o assunto retas e, então, lancei lá o subtítulo estudo das retas (...). É [pausa] o objetivo é como que eu vou passar [pausa]. Eu procurei no livro do Paulo Boulos, eu procurei o que ele fala sobre retas e o que eu achei mais importante eu esquematizei um jeito de passar através de exercícios. Cada exercício vai abordar algumas [pausa], através de exercícios eu vou fazer algumas observações, através da resolução eu vou expor o que ele está me passando por meio do livro.

Esta explicação revela a atitude assumida por Flávio de pesquisar em livros as definições de reta, e a partir do seu entendimento propor atividades, bem como a sua preocupação com a fidedignidade da definição adotada para cada uma das atividades. No decorrer da conversa com a dupla, Flávio reforça a necessidade de partirmos da idéia intuitiva de reta para introduzirmos este conceito, considerando, portanto, que o aluno não sabe as definições implícitas nessa atividade.

F: Digo intuitivamente porque a princípio o aluno não sabe do que se trata. Ele não sabe como que a gente vai representar uma equação vetorial. Eu nem falei o que é equação vetorial e, muito menos, vetor. Há de se entender que quando se vai estudar retas, já se tenha estudado vetor. Outras vezes não. Então é preciso levar isso em conta. Na resolução, o aluno faz o desenho no Geometricks, como eu fiz. Eu selecionei e recortei a construção e está aqui no Word (no texto digitado por ele) junto com a resolução. [...]. O primeiro exercício que fizemos é bem simples (...). Começamos colocando o objetivo da atividade que é visualizar e entender uma reta. [...]. Depois da solução escrevemos a conclusão para ver quais conceitos a gente conseguiu trabalhar.

Flávio sugere, igualmente, que a atividade por eles elaborada deve fazer o aluno pensar, fazer ele entender o conceito de reta por meio da representação geométrica e esta, por sua vez, deve levá-lo à equação vetorial da mesma. A partir disso, é possível investigar outros conceitos, propriedades e aplicações pertinentes ao conceito de reta.

Partindo das considerações explicitadas no parágrafo anterior, acreditamos que a estratégia implementada nesta intervenção contribuiu para instigá-los a pesquisar definições e aplicações dos conceitos focados nas atividades e explorá-los com o Geometricks, aprofundando o conteúdo de Geometria Analítica e sobre o próprio software. Outrossim, revelam que a dupla demonstrou estar preocupada com o tratamento pedagógico do conteúdo de Geometria Analítica abordado nos projetos. Os saberes pedagógicos do conteúdo matemático, segundo Moreira e David (2005), devem ser desenvolvidos no processo de formação inicial docente.

6.3.2. Atividades de Paula e Vitor

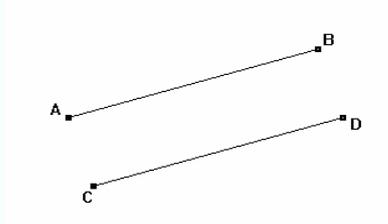
Esclarecemos que nesta seção são apresentadas duas atividades, das cinco que foram elaboradas pela dupla supracitada, em função de que estas tratam de conteúdos e abordagens distintas. Posterior a apresentação destas atividades, tecemos algumas considerações acerca das mesmas.

ATIVIDADE 1

Conteúdo: Vetores paralelos

Objetivo da atividade

O objetivo desta atividade é provar, por meio do uso do Geometricks e analiticamente, quando dois vetores distintos são paralelos. Mostrando, assim, que eles têm mesma direção.



Exercício 1

Supondo (A,B) e (C,D) distintos e de mesma direção, como saber se possuem mesmo sentido?

Dica: Ligando as extremidades B e D e as origens A e C dos vetores (A,B) e (C,D) chegaremos a uma conclusão.

Quadro 4: Descrição da Atividade I elaborada pela dupla Paula e Vitor.

A dupla que elaborou esta atividade procedeu da mesma maneira que as outras duplas. Propuseram a atividade e apresentaram uma sugestão para resolução. Com base na descrição da solução fornecida pela dupla, pressupomos que o aluno (do futuro professor), o qual estaria fazendo a atividade, poderia resolvê-la seguindo as orientações propostas por estes licenciandos ou, então, poderia buscar um modo distinto de chegar à solução desejada.

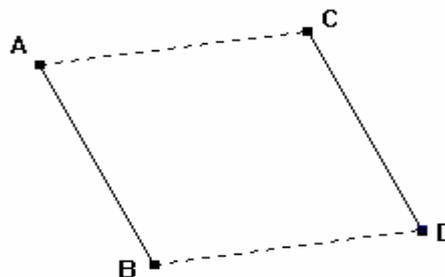
As orientações e dicas de solução para a respectiva atividade, as quais foram apresentadas pela dupla são elucidadas no quadro seguinte.

Resolução¹

- Devemos levar em consideração que quando os vetores (A,B) e (C,D) possuem mesma direção, então $AB // CD$.
- As origens dos vetores são A e C , e as extremidades B e D .
- Quando (A,B) e (C,D) possuem mesmo sentido: AC e BD têm interseção vazia ($AC \cap BD = \emptyset$).

Construção pelo Geometricks

Com o intuito de explorar a representação geométrica de vetores, os vetores (A,B) e (C,D) analisados até aqui, serão representados no software Geometricks e, a partir desta construção, pode-se explorar outras relações e soluções.



Descrição da construção

Fixar os pontos livres A e B em quaisquer posições, ligar esses dois pontos por um segmento de reta. Posteriormente colocar outro ponto livre C na tela e usar a opção *reta // a partir de ponto e reta*, ou seja, essa reta passará pelo ponto C e será // ao segmento AB . Fixar um ponto livre D na reta // ao segmento AB . Assim formará o segmento de reta CD . Desta forma teremos definido os vetores (A,B) e (C,D) e se unirmos as suas origens e extremidades teremos que $AC \cap BD = \emptyset$.

²⁶ A notação // é comumente usada para designar retas ou segmentos paralelos.

Solução analítica

- Utilizando a equação da distância entre dois pontos, calcular a distância AC correspondente às origens dos dois vetores, e a distância BD correspondente às extremidades dos dois vetores.
- Pela equação das retas que contém respectivamente os vetores (A,B) e (C,D), mostrar que ambas têm o mesmo coeficiente angular, e que não têm ponto de interseção.

Dica 1:

Com o software Geometricks encontrou-se a equação de reta que contém cada um dos vetores, e comparando-as, verificou-se que ambas têm o mesmo coeficiente angular. Portanto, têm a mesma inclinação.

Dica 2:

Ao igualar as equações de reta dos vetores, não foi obtido nenhum valor de x que satisfizesse ambas as equações, portanto, o sistema formado pelas equações das retas encontradas não tem solução, ou seja, é um sistema impossível.

Quadro 5: Descrição da solução da Atividade I proposta pela dupla Paula e Vitor.

Em uma das sessões de trabalho a professora-pesquisadora iniciou uma discussão com a dupla sobre a respectiva atividade, questionando-os inicialmente sobre a notação algébrica de vetor usada. As considerações de um integrante da dupla são mostradas na transcrição relatada abaixo.

PE: Gostaria que vocês me explicassem esta atividade e a notação que estão usando nela. Quem pode me explicar isto?

P: [...] Vamos chamar o segmento AB de vetor x . Então x pode ser AB e o y pode ser BA , entendeu? Se a gente falar direto que é (A,B) , vai ter que ser necessariamente seqüência, entendeu? Então, tem que ser sempre A e B pontos no espaço onde A é a origem e B é a extremidade desse segmento. Então nesse caso A é a origem e B é a extremidade do segmento, aí é chamado também de vetor (A,B) e possui direção e sentido e comprimento, que é o que tem um vetor, né?! Aí, colocando outras definições que \overrightarrow{AA} é nulo e tal. Que quando tem a mesma direção que (...).

Pela explanação de Paula, ponderamos que concatenando o trabalho com projetos e o uso de software dentro da perspectiva construcionista, podemos estimular os futuros professores a refletirem sobre o conteúdo específico de cada área do conhecimento e, com isso, permitir-lhes conjecturar sobre estes temas e sobre as possíveis formas de abordá-los. Situações estas que, de forma positiva, favorecem a aquisição de saberes pedagógicos atinentes ao conteúdo matemático, os quais, de acordo com Moreira e David (2005), são necessários à prática docente nessa área do conhecimento.

Destacamos ainda, na intervenção realizada, como aspecto favorável ao aprofundamento do conhecimento específico o *design* do software. Observamos no decorrer dos encontros que, devido à limitação deste recurso, a qual não permitia indicar a origem e a extremidade de um vetor, os alunos foram forçados a usar a notação algébrica em todas as atividades que envolviam vetores, e, levando em conta as colocações de Paula apresentadas na transcrição anterior, esta forma de representar vetor pareceu estar bem entendida.

Segundo considerações do professor João Peres, na sessão em que ocorreu a socialização dos resultados, a notação algébrica de vetor, normalmente é menos usual na abordagem desse conteúdo, assim como, os alunos apresentam mais resistência à compreensão dessa idéia de representação vetorial.

Enquanto a dupla explanava à professora-pesquisadora o enunciado e a representação dos vetores considerados, Paula detalhava que para abordar a idéia de vetores paralelos achou interessante usar a definição de *vetor* e de *vetor nulo* (o segmento \overrightarrow{AA}) para que aluno tivesse uma visão geral deste assunto. Assim, ao ser questionada sobre o significado da notação \overrightarrow{AA} na definição de vetor nulo, Paula propôs as seguintes explicações:

PE: Por que \overrightarrow{AA} é um vetor nulo?

P: *Porque é um ponto.*

PE: Como é que você me provaria que \overrightarrow{AA} é um ponto?

P: *Porque não tem direção nem sentido.*

V: *Porque a extremidade é igual à origem.*

P: *É também, verdade.*

Em seguida, a dupla continuou explicando à professora-pesquisadora a atividade elaborada, fazendo esclarecimentos sobre as notações usadas, bem como sobre a solução apresentada para a mesma.

P: *Aí nesta atividade, a gente quer saber [pausa]. A gente quer que a pessoa que vai fazer esta atividades diga, como é possível saber se os sentidos dos vetores distintos \overrightarrow{AB} e \overrightarrow{CD} , que estamos considerando aqui, são opostos ou são iguais, sabendo que estes vetores têm mesma direção. Então, pela definição que foi colocada no início da atividade, concluímos que os vetores \overrightarrow{AB} e \overrightarrow{CD} são, necessariamente, paralelos. Aí até a gente dá uma dica que se a pessoa ligar as extremidades que são B e D e as origens que são A e C dos vetores \overrightarrow{AB} e \overrightarrow{CD} ela vai chegar a uma conclusão. Aí, a pessoa tem que pensar no que ela vai fazer.*

PE: **Tenta fazer um desenho num rascunho e mostrar isso que você falou. Como é que você vai me mostrar, a partir de um desenho feito no papel, que eles realmente são paralelos? Você me explicou ali [no Geometricks] a questão da distância, então agora você vai mostrar isso no papel.**

P: *Ah! Tá! No caso eu tenho A e tenho B. Tá, aí você tem que achar, aí a gente (...). Mas a gente fez a construção pelo Geometricks, não serve?*

PE: **Tá! Mas eu quero que você me mostre aqui [no papel]. Tenta fazer um desenho num rascunho e me mostrar isso que você falou, sobre como é possível mostrar que esses vetores são paralelos.**

P: *Aqui? Como assim? [...] necessariamente que vai ser paralelo?*

V: *Essa [...]. A parte da descrição da construção.*

P: *Mas daí [...]. Aqui a gente fez pelo Geometricks, ela quer saber pelo papel [falando com Vitor].*

V: *Tá, mas não seria a mesma coisa?*

P: *Calma aí que eu preciso pensar. [...] Ah! Se eu fizer uma perpendicular aqui [...]. Não! Calma aí. Se eu fizer uma perpendicular aqui, que passa por esse ponto, [...]. Deixa eu pensar! Aqui vai ser perpendicular e aí vai passar aqui nesse ponto.*

PE: Essas são paralelas? Essa é perpendicular a essa?

P: *É, tipo, [...]. Essa é perpendicular a essa. Certo? Logo, essa [...]. Se eu fizer uma perpendicular, vai ser paralela a essa perpendicular.*

PE: Ah! Mas aí você teria que mostrar, então, novamente que essas duas retas são paralelas. Aí você ia ficar mostrando indefinidamente que elas são paralelas.

V: *Fixar dois pontos livres A e B , quaisquer posições. Por exemplo, esse dois. Daí, ligando os dois pontos ele [o aluno] vai fazer um segmento de reta. Posteriormente coloca-se um ponto livre C , aqui, pode ser esse, em qualquer lugar [...]. Mas nós só definimos [...] que é paralela.*

P: *Ah! Mas essa paralela quem fez foi o Geometricks, não foi a gente. Entendeu?*

V: *Ah! É verdade! Ali tá pelo Geometricks.*

PE: A idéia é essa. Se você tem que fazer no Geometricks é mais fácil, pois lá está pronto. O aluno também, se você diz faz uma paralela, ele procura lá no menu objeto independente, opção paralela e manda traçar. Então, o que você está fazendo agora é, fazer com que ele [o aluno] veja que a construção feita no Geometricks pode ser demonstrada, também, no papel.

P: *Então, eu tenho que explicar a forma de fazer no papel também?*

V: *Ah, mas daí [...]. Eu não posso fazer assim ó: Pegar um segmento \overline{AB} qualquer, por exemplo aqui [...] não, aqui. Vou chegar que é paralela e aí faz aqui um segmento unindo esses dois pontos. [...], não, mas eu teria que definir aqui.*

P: *Aí vai dar a mesma coisa que eu tinha achado.*

V: *Daí eu teria que definir [...]. E se formar um triângulo aqui, a gente não chegaria a uma perpendicular aqui?*

A discussão relatada acima entre **PE**, Paula e Vitor revela o esforço da professora-pesquisadora em fazer com que a dupla mostrasse analiticamente, a partir da construção feita no Geometricks e por meio das equações das retas que continham os vetores \overrightarrow{AB} e \overrightarrow{CD} , a condição de paralelismo dos respectivos vetores.

Foram muitas as tentativas para fazer com que eles determinassem, por meio do software, as equações das retas que continham os vetores \overrightarrow{AB} e \overrightarrow{CD} e, recorrendo a um sistema de equações, poderiam mostrar se tais equações possuíam ou não ponto de interseção. Porém, todo o esforço não foi suficiente e a dupla permaneceu buscando uma prova geométrica para a questão proposta.

O propósito da professora-pesquisadora era fazer com que refletissem sobre a atividade e sobre todos os conceitos que estavam implícitos na mesma, como a solução de sistemas de equações algébricas, por exemplo, e que buscassem relacionar estes conceitos por meio das distintas formas de investigar o paralelismo de vetores. Enfatizamos, com base na situação relatada, o papel da **PE** na intervenção proposta neste estudo, levando em conta que a mediação docente no ambiente construcionista de aprendizagem é fator determinante para o sucesso da tarefa educativa, a qual é defendido por Valente (1999; 2002) e Almeida (2000).

A solução analítica por meio de equações, foi apresentada pela dupla Paula e Vitor somente no final das atividades de coleta de dados, quando, após estes alunos conversarem com Flávio, integrante de outra dupla, sobre as atividades relacionadas ao estudo de retas que este desenvolvera, nas quais ele (Flávio) explorou a idéia de paralelismo entre retas por meio da solução de sistemas de equações, sistema este composto pelas equações das retas dadas.

Outro aspecto relevante na transcrição exposta refere-se à sintonia da dupla em refletir sobre o problema que se apresentou e esforçar-se para apontar uma possível solução para o mesmo. Ressaltamos que do ponto de vista do Construcionismo, segundo Papert (1994; 2003), Valente (1991; 1999; 2002), os momentos de reflexão e troca de idéias entre alunos, favorecem a depuração de conceitos e propriedades, contribuindo, desse modo, para o processo de construção do conhecimento.

Enfatizamos ainda, na elaboração do projeto da referida dupla, o aspecto estético, o qual foi discutido em Valente (2003b). Segundo este autor, o cuidado com a estética do projeto é fator preponderante na implementação deste tipo de trabalho, pois instiga o projetista a manter um olhar crítico sobre aquilo que está envolvido em desenvolver e incita-lhe a pesquisar, refletir e modificar o produto de sua ação.

Partindo dessa premissa e analisando uma outra atividade produzida por esta dupla, a qual aborda a noção de planos no espaço e operações com vetores, avaliamos que este aspecto foi elemento mobilizador na tarefa realizada por estes alunos, pelo que se pode verificar na estruturação da atividade que segue.

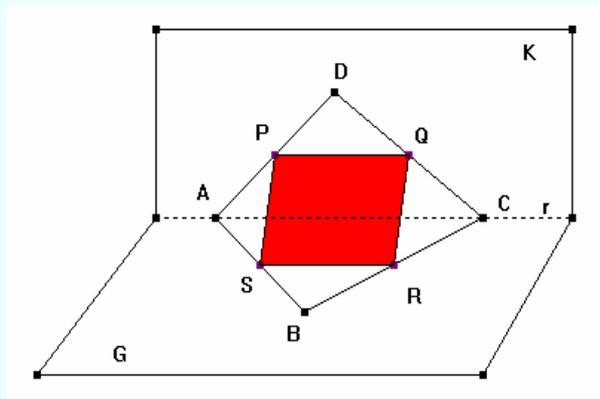
ATIVIDADE 4

Conteúdo: Aplicações de vetores na Geometria Euclidiana.

Objetivo: Mostrar, por meio do exercício abaixo, que o conceito e as operações de vetores podem ser usadas na solução de muitos problemas.

Exercício 1

Prove que os pontos médios de um quadrilátero são vértices de um segundo quadrilátero, e este é um paralelogramo.



Quadro 6: Descrição da Atividade IV elaborada pela dupla Paula e Vitor.

Para elaborar esta atividade a dupla necessitou explorar vários recursos do software, dentre eles a construção de fractais que foi usada para colorir a figura, melhorando, com isso, a visualização dos conceitos e propriedades intrínsecas à construção executada.

Levando em conta os artifícios usados pela dupla na representação geométrica da atividade sugerida, e esclarecendo que a construção foi realizada sem a ajuda da professora-pesquisadora, consideramos que os componentes desta dupla demonstraram ter um bom conhecimento do software que estavam utilizando.

Outrossim, verificamos que estes utilizaram diversos conceitos geométricos, como a idéia de ponto médio, de planos, de coordenadas de ponto no plano, por exemplo, revelando o aprofundamento do conhecimento matemático que foi adquirido em sala de aula.

Posterior a apresentação do enunciado da respectiva atividade, os responsáveis descreveram os procedimentos utilizados na construção do modelo geométrico ilustrativo da mesma e, também, propuseram dicas e orientações que podem ser consideradas no processo de resolução desta.

Resolução

Descrição da construção pelo Geometricks

- Os planos *G* e *K* são feitos apenas para auxiliar na construção da figura. Nomear a reta de intersecção dos planos de *r*, e usando a opção *Cor/Estilo* no menu **Editar** destacar essa reta com linha tracejada (clikando no ícone correspondente à linha tracejada, do lado direito da tela).
- Marcamos dois pontos *A* e *C* sobre reta *r* de intersecção entre os planos *G* e *K*.
- Marcamos o ponto *B* pertencente ao plano *G* e outro *D* pertencente ao plano *K*. Assim, unindo-se os pontos *A*, *B*, *C* e *D* por segmentos de reta obteremos o quadrilátero *ABCD*.
- Posteriormente, usando a opção *Ponto Médio* no menu **Objeto Dependente**, marcamos os pontos médios de *AB*, *DC*, *CB* e *AD* nomeados como *P*, *Q*, *R* e *S*, respectivamente.
- Esses pontos médios ao serem unidos por segmentos formam o paralelogramo *PQRS*.
- Para colorir o paralelogramo *PQRS* vamos usar o recurso *FRACTAL*. Utilizando a opção *definir fractal*, determinamos o número de ternas (digitando na janela de inserção de dados o número desejado), neste caso igual a 2, pois um paralelogramo pode ser dividido em dois triângulos. E, posteriormente selecionamos a terna definida pelos pontos *P*, *Q* e *R* e a outra terna definida pelos pontos *R*, *S* e *Q*.

Solução Analítica

Devemos considerar que *PQ* e *RS* são vetores com origens em *P* e *R* e extremidades em *Q* e *S*, respectivamente. Sendo, *ABCD* um quadrilátero e *P*, *Q*, *R* e *S* os pontos médios de seus lados.

Como um paralelogramo possui dois lados opostos paralelos e congruentes, devemos provar que $PQ=RS$.

Considerando o triângulo *ADC* da figura podemos escrever que $PQ=0,5AC$. Da mesma forma, podemos escrever que no triângulo *ACB*, $RS=0,5AC$. Através dessas duas expressões podemos chegar à conclusão que $PQ=RS$, como queríamos demonstrar.

Provar que $PQ = 0,5 AC$:

Podemos escrever que $2 PD = AD$ e que $2 DQ = DC$

E somando membro a membro teremos que $2(PD + DQ) = AD + DC$

$$2 PQ = AC$$

Logo, $PQ = 0,5 AC$.

Solução geométrica a partir da visualização no Geometricks do Exercício 1

A partir do desenho ilustrado anteriormente no Geometricks e pelo teorema de Tales podemos obter os seguintes resultados:

- Os pontos do quadrilátero ABCD possuem as seguintes coordenadas A (-2,-1), B (1,-4), C (8,-1) e D (3,3).
- Os pontos médios do quadrilátero ABCD possuem as seguintes coordenadas P (0.5,1) Q (5.5,1), R (4.5,-2.5) e S (-0.5,-2.5)

Pelo Teorema de Tales teremos que $2PQ=AC$, como já provamos anteriormente, e com o Geometricks através da equação da distância entre dois pontos, provamos que $2PQ=AC$.

Quadro 7: Descrição da solução da Atividade IV proposta pela dupla Paula e Vitor.

A atividade apresentada acima foi iniciada a partir de um problema colocado na Geometria Euclidiana e sem muito planejamento. A dupla veio para a sessão com um rascunho em mãos contendo apenas a construção geométrica da atividade que pretendiam desenvolver, e foram necessários três encontros para que chegassem à atividade apresentada anteriormente. A figura abaixo mostra a idéia inicial da dupla acerca da atividade 4.

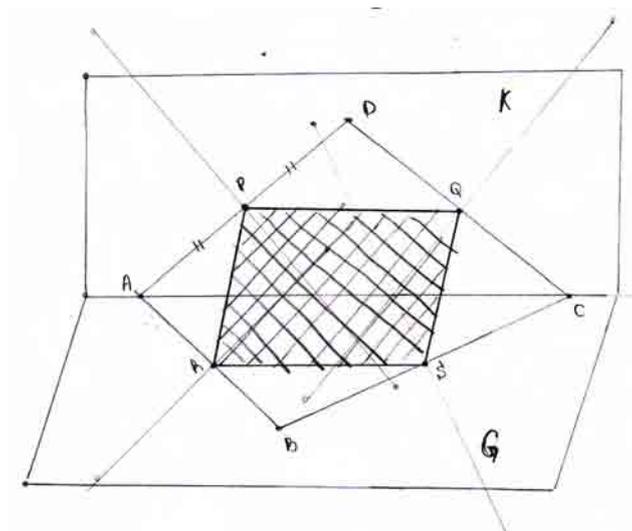


Figura 3: Representação de um quadrilátero com vértices em planos distintos.

Esclarecemos que esta atividade foi desenvolvida como se o quadrilátero construído tivesse vértices em planos distintos, embora o Geometricks trabalhe apenas com um plano, que é o plano que contém o paralelogramo PQRS. Porém, na sessão em que ocorreu a socialização dos projetos, a aluna que estava apresentando a atividade constatou, ao ser questionada pelo professor João se o software Geometricks trabalhava com Geometria Espacial, que a figura poderia confundir o aluno ou o indivíduo que fosse fazê-la, dando-lhe a idéia de que estava realmente operando com coordenadas de planos distintos, o que não é verdade, pois as coordenadas de todos os pontos usados na mesma pertencem a um único plano. Esta aluna esclareceu aos presentes que o propósito da figura era apenas ilustrar a idéia.

Por outro lado, esta atividade mostra que os licenciandos utilizaram teoremas e axiomas intrínsecos à Geometria Euclidiana plana para solucionar um problema de Geometria no espaço. Esta atitude revela o aprofundamento do conhecimento matemático promovido nesta intervenção e mostra, neste caso, que a dupla buscou superar a dificuldade de fazer a passagem de problemas da geometria plana para o espaço, discutidas por Cavalca (1997) no capítulo 2 desta dissertação.

6.4. Potencialidades do Trabalho com Projetos e com Tecnologias Informáticas à Formação Inicial Docente em Matemática na Perspectiva Construcionista

A formação inicial docente é assumida nesta investigação como um processo que unifica a formação pedagógica, específica e tecnológica, e por esta razão buscamos categorizar os dados de acordo com as respectivas dimensões. Ou seja, buscamos nos dados selecionados indícios que venham apontar as potencialidades da estratégia pedagógica investigada à formação de futuros professores de Matemática, quando se propõe que as três dimensões desse processo sejam desenvolvidas simultaneamente, que cada uma delas seja encarada como parte integrante das outras e que estejam entrelaçadas às experiências educativas dos licenciandos.

Na intervenção descrita e analisada nesta pesquisa, os licenciandos puderam expressar suas idéias por meio da realização de tarefas, nas quais eles tiveram autonomia para pesquisar sobre um determinado tema, refletir sobre suas concepções acerca deste tema e confrontá-las com as concepções de seus companheiros e com as concepções apresentadas no material de apoio, princípios estes que caracterizam a aprendizagem construcionista discutida no capítulo 2 desta dissertação.

Focando a questão da formação docente e avaliando a estratégia de trabalho adotada no desenvolvimento dos projetos, alguns dos sujeitos engajados no presente estudo ressaltaram a relevância de permitirmos que futuros professores tenham experiências de pensar-se e agir como professores logo no início da licenciatura, segundo relato abaixo.

F: Eu acredito que se, talvez, todos os cursos tivessem uma atividade assim, eliminaria muitas possibilidades de frustração, porque às vezes a gente está estudando e [...]. Eu estou estudando aqui e não sei como vai ser depois, como é ser professor futuramente, entendeu. Eu posso chegar lá e não gostar, porque por enquanto eu estou aprendendo a Matemática ainda. Eu não sei [...]. Eu não me coloquei ainda na posição de professor, de ensinar alguma coisa, de preparar alguma atividade. Mas se eu tenho essa experiência logo no começo da licenciatura, pelo menos eu já sei mais ou menos como vai ser no futuro. Com isso, eu posso ir pensando sobre como ensinar aquele conteúdo de Matemática que estou aprendendo na aula.

O depoimento deste estudante pontua aspectos concernentes ao processo de formação inicial docente que são relevantes ao exercício da profissão docente, como a promoção de reflexões e experiências sobre *ser professor* e discussões sobre o tratamento pedagógico necessário ao conteúdo matemático, por exemplo, momentos estes que precisam ser privilegiados nos cursos de licenciatura, mas que de certa forma têm sido negligenciados.

Além disso, reforça a relevância dessas vivências como um meio de auxiliar o estudante, recém chegado no curso de licenciatura, a descobrir se ele realmente tem inclinação para a docência, evitando, assim, frustrações posteriores.

6.4.1. A Construção do Conhecimento Matemático com Tecnologia Informática no Desenvolvimento dos Projetos

No decurso das atividades que permearam o desenvolvimento dos projetos foram surgindo, nas conversas entre as duplas e a pesquisadora e nas discussões do grupo, as concepções destes alunos com relação ao ensino de Matemática. Pelo que se pôde constatar, estas concepções têm origem nas experiências educacionais que eles vivenciaram até o momento. Embora esperássemos que estes fossem críticos com algumas destas experiências e avaliassem que as mesmas poderiam ser diferentes com o uso de tecnologias, muitos deles revelaram um apego muito grande a abordagem expositiva de sala de aula e aos processos de demonstração algébrica realizados na lousa.

A transcrição da conversa apresentada após este parágrafo, a qual foi promovida entre a professora-pesquisadora e o participante Vitor, numa das sessões de trabalho com os projetos, revela que este aluno, ao ser questionado sobre a possibilidade de usar softwares no ensino de Matemática, mostrou-se muito cauteloso com relação a esta iniciativa, deixando claro que qualquer docente da disciplina de Matemática, em primeiro lugar, precisa adquirir experiência e segurança com o conteúdo específico e que somente depois deve procurar aprimorar a prática pedagógica, incorporando à mesma as tecnologias informáticas.

PE: Você como professor de Matemática, você tentaria utilizar o Geometricks ou um outro software para dar aula? Como você imagina a sua prática de sala de aula?

V: Assim, de começo, eu acho que eu não saberia como usar, porque sabe, eu acho que eu me prendo muito a dá, a querer mostrar a teoria mesmo, eu penso em saber, em desenvolver mais a teoria. Mas eu acho que com o tempo, assim de professor, eu acho que eu aprimoraria tudo.

PE: Aí você teria como utilizar? Então você acha mais importante primeiro o professor [...]

V: Não. Não primeiro. A experiência como professor, eu acho que eu teria que adquirir primeiro para depois desenvolver experiência utilizando software, assim.

PE: Você acha mais difícil trabalhar com software na aula de Matemática ou estudar Matemática com um software? Porque neste caso, primeiro você precisa ter toda essa experiência de conteúdo.

V: É. Ou eu acho que teria dificuldade de usar um software na minha aula, por falta de experiência, assim, de ser professor. Então, no primeiro impacto, logo que eu for dar aula, eu não saberia como usar. Mas eu acho que não deve ser tão difícil para quem tem experiência de sala de aula e experiência com o conteúdo, porque se esse professor pegar o software, eu acho que ele consegue, é mais fácil até de demonstrar muitas coisas em Matemática.

De acordo as concepções reveladas pelos integrantes do coletivo formado neste estudo, as quais foram registradas no caderno de campo, e pelo depoimento apresentado acima, confirmamos que estes alunos consideram a apresentação de um determinado conceito matemático e suas propriedades, seguida de exemplos e exercícios em sala de aula, uma prática obrigatória ao professor de Matemática.

Esta crença pode ser explicada com base nos resultados de estudos, como de Cury (2001), que mostram que as crenças, concepções e prática docente de professores em geral é fortemente influenciada pelas experiências vivenciadas por eles na formação inicial docente e, também, pelas suas vivências sociais, pessoais e escolares.

Salientamos, pelo depoimento anterior, que os referidos alunos sentem-se um pouco desconfortáveis com a possibilidade de assumirem a função docente. Este receio é perfeitamente compreensível, e certamente é uma reação comum à maioria dos alunos de licenciatura que fazem parte do modelo de formação conhecido como 3+1, discutido por Moreira e David (2005), no qual os licenciandos são vistos unicamente como alunos durante os três primeiros anos da licenciatura e somente no último ano eles começam a imaginarem-se como professores e agirem como tal.

6.4.1.1. A Visualização e a Experimentação no Processo de Elaboração das Atividades de Geometria Analítica

A visualização e a experimentação, aspectos inerentes à investigação matemática realizada por meio do uso de tecnologias, que são enfatizados por Borba e Villarreal (2005), também se fizeram presentes no processo de elaboração das atividades de Geometria Analítica. Tais aspectos foram favorecidos pelo uso do software Geometricks, constituindo-se, portanto, em momentos notáveis no desenvolvimento dos projetos. Do mesmo modo, estes são considerados, pelos sujeitos desta pesquisa, elementos essenciais à construção do conhecimento matemático, conforme explicitado nos depoimentos seguintes.

De acordo com a avaliação dos alunos engajados nesta investigação, o grande mérito dos softwares educativos repousa na possibilidade de ampliarmos a visualização de conceitos e propriedades, conforme podemos constatar em uma das respostas fornecidas por um dos participantes com relação ao papel destas mídias no ensino da Matemática.

PE: Você acredita que o uso de softwares no ensino de Matemática pode contribuir com a aprendizagem do aluno? De que forma?

V: *Ah, com certeza. Auxiliarão o estudante a ver como foram feitas as atividades, com simplicidade nas demonstrações e passagens de cada passo da atividade. As atividades com softwares são simples e mostram a forma coerente e fácil usada em seus desenhos.*

Outro depoimento referente à mesma questão reforça a importância da visualização na aprendizagem de conceitos matemáticos, no sentido de que este aspecto do ensino de Matemática pode gerar discussões mais ricas à medida que desperta o interesse dos alunos.

L: A inserção de exemplos visuais, ou seja, figuras, sempre podem auxiliar no ensino de geometria. A visualização dos conceitos geométricos da Geometria Analítica, certamente, traria um maior interesse por parte dos alunos da graduação.

Ainda, esta mesma concepção atinente ao papel do software na abordagem de conceitos matemáticos se fez presente em outras situações verificadas durante a coleta de dados, como nas conversas e entrevistas realizadas com estes sujeitos. O trecho subsequente expressa uma conversa entre a professora-pesquisadora e o participante Bruno, na qual ele faz uma avaliação sobre o uso de softwares no ensino de Matemática.

PE: Você acha que trabalhar o conteúdo matemático, principalmente de Geometria e Geometria Analítica trabalhado em sala de aula, com software ajuda você a entender alguns conceitos, a compreender [fui interrompida]

B: É. Vai ajudar, mas só pra visualizar melhor, né.

PE: Mas trabalhar com software na aula de Matemática não ajuda em nada?

B: Só no software não adianta.

PE: E trabalhar só na sala de aula, às vezes não é mais difícil? Você pode tentar mostrar alguma coisa e aí o aluno pensa: Puxa, mas será que isso é verdade?

B: Ah, lógico! Mas a parte de sala de aula é bem mais importante.

Para este aluno, a grande contribuição dos softwares geométricos e gráficos ao ensino de Matemática está relacionada à possibilidade de visualizarmos conceitos e propriedades específicas a esta disciplina, os quais preferencialmente já tenham sido trabalhados em sala de aula por meio de explicações e demonstrações formais na lousa.

Porém, acreditamos que uma das mais prováveis contribuições do software Geometricks à formação destes licenciandos está relacionada à possibilidade de fazerem experimentações para obterem cada uma das construções geométricas propostas.

Durante a elaboração das atividades verificamos que cada dupla executava uma determinada construção de modo peculiar. Por conseguinte, para uma mesma construção geométrica foram sugeridos procedimentos distintos, assim como, algumas vezes, para se obter uma dada representação foi necessário executar várias construções no software até que os alunos chegassem à construção desejada. Ademais, quando alguma construção não saía como esperavam, era excluída e o processo era reiniciado.

Estas situações enfatizam o processo experimental praticado pelos alunos envolvidos neste estudo para obter uma dada construção geométrica ou para elaborar uma atividade, segundo o interesse e as necessidades dos mesmos. Tais características são favorecidas em ambientes de aprendizagem de caráter construcionista, discutidos por Maltempo (2004), Papert (1985; 1994) e Valente (1993; 1999). Ainda, a experimentação explícita a *bricolage*, sugerida por Papert (1985), a qual se refere aos diferentes estilos de realizar um trabalho ou uma tarefa, na medida em que os alunos exploravam e utilizavam recursos distintos na execução das construções desejadas, substituindo-os por outros quando o resultado não se mostrava satisfatório.

Outro aspecto notável na intervenção realizada foi a preocupação destes estudantes com a demonstração de conceitos e propriedades abordados em cada atividade, como podemos observar na estrutura das atividades que compuseram os projetos. Enquanto que algumas pesquisas, como Henriques (1999) e Rolkowski (2002), apresentam dados que apontam a realização de demonstrações na área de Matemática como sendo uma das dificuldades apresentadas por alunos do ensino médio e superior, em consequência de uma possível negligência dos docentes com esta prática, isto não se verificou com estes sujeitos.

Percebemos, no decorrer das atividades de coleta de dados, que tal exercício não se constituiu em obstáculo para os alunos participantes, já que muitos deles se propuseram a demonstrar as equações das cônicas que foram abordadas nos projetos, acrescentando-as aos mesmos. Ou, à medida que adicionavam às atividades produzidas, algumas demonstrações das soluções sugeridas para as mesmas, como observamos nas atividades apresentadas e analisadas neste capítulo.

Notamos que todos eles se propuseram a demonstrar algebricamente pelo menos uma das equações das cônicas construídas no Geometricks (parábola, hipérbole e elipse) e, na maioria dos casos, foram bem sucedidos, o que revela a ênfase dada pelo professor de Geometria Analítica à prática da demonstração em sala de aula. Ainda, acreditamos que tal interesse pode estar relacionado à necessidade de reverem algumas dessas demonstrações visando a preparar-se para a nova avaliação a que seriam submetidos.

6.4.1.2. O Software Geometricks Favorecendo o Aprofundamento do Conteúdo de Geometria Analítica

A interface do Geometricks pode ser apontada como facilitadora da interação dos sujeitos com este recurso, pois, a partir das orientações iniciais, as duplas não apresentaram grandes dificuldades em expressar as idéias e conceitos envolvidos nas atividades elaboradas. Salientamos que este recurso é de fácil interação, posto que suas funções são bastante acessíveis, embora não podemos desconsiderar que estes alunos já haviam participado, recentemente, de um curso de extensão que lhes forneceu noções elementares de uso do referido software.

Por outro lado, ressaltamos que em virtude de algumas limitações deste recurso, entre elas a ausência de tabelas que trouxessem a representação numérica (tabular) dos lugares geométricos construídos, a análise de algumas propriedades das construções executadas foi parcialmente prejudicada, assim como impediu que os alunos estabelecessem relações entre a variação dos dados numéricos que estariam explicitados nestas tabelas com o comportamento das respectivas representações gráficas. Analogamente, no caso particular do estudo que foi realizado, esta deficiência pode ter dificultado, em partes, a obtenção da representação algébrica de lugares geométricos como parábola e elipse, por exemplo.

Esta limitação do software foi amenizada na medida em que os alunos foram forçados a explorar visualmente as representações geométricas obtidas e, com o auxílio de um recurso do Geometricks, o qual permite que o usuário determine as coordenadas de pontos quaisquer do plano, puderam construir manualmente uma tabela de valores. Assim, por meio dos valores da tabela construída, chegaram à representação algébrica das respectivas cônicas.

Em um dos encontros realizados, enquanto as duplas conversavam sobre seus projetos, os integrantes de uma dupla foram questionados sobre as contribuições do software Geometricks na tarefa de mostrar as condições de paralelismo de duas retas.

PE: Você acredita que o uso de softwares pode ajudar no ensino de Matemática? Pensando na atividade que você está fazendo sobre retas paralelas, você acha que o Geometricks está ajudando?

F: Ajuda pelo fato seguinte: Ajuda bem, hein! Duas retas paralelas, você não sabe se [...]. Como a reta é infinita, você não sabe se em determinado ponto lá na frente, elas vão se encontrar. Se eu digo que duas retas são paralelas, teoricamente elas não vão se encontrar. Só que, duas retas são infinitas, não são? E, se [pausa]. Isso é definição de reta, comprimento sem espessura e, uma reta é ilimitada, certo? Como o software pode ajudar? Como eu não sei

se num ponto distante. Se eu usar a hipótese que elas não se encontram, eu não sei o que acontece lá na frente. Mas pelo software, se eu traço duas retas que eu suponho paralelas, então, eu procuro a opção interseção de duas retas e o software não me dá nenhum ponto. Logo, ele está dizendo que as retas não se encontram em nenhum ponto.

PE: Bom! Vamos considerar outra situação. Se você tem dois segmentos de reta congruentes e supostamente paralelos, estes que você representou aqui na tela. Olhando e analisando esta construção, você pode dizer que são paralelos? Se você prolongar indefinidamente estes segmentos, será que em um determinado ponto eles vão se encontrar? Olhando a construção feita e considerando as dimensões da mesma, até podemos verificar que os dois segmentos realmente são paralelos. Podemos fazer isso de diversas formas, por exemplo, medindo a distância das origens e a distância das extremidades.

F: É verdade! Como eles são muito pequenos e a gente não sabe se eles vão se encontrar em outro ponto.

PE: Pois bem! Então como é que você vai fazer pra me mostrar que realmente estes dois segmentos são paralelos?

F: Você quer uma resposta analítica ou geométrica?

PE: As duas.

F: Analiticamente, eu preciso encontrar a equação de reta de cada um dos segmentos. Aí, eu coloco num sistema e acho um ponto comum que satisfaça as duas equações e geometricamente [...]. Não tem como! Só com o software.

PE: Ah! E tem uma outra forma de mostrar, além da resolução de sistema, que não existe nenhum valor que satisfaça as duas equações, ou quem sabe uma forma geométrica?

F: Tem. Mostrando que elas não se interceptam em nenhum ponto. A interseção das duas retas é vazia. Eu também posso pensar em traçar uma perpendicular às duas retas e mostrar que o ângulo de intersecção com as duas retas é reto.

PE: Ah, mas eu acho que deve ter uma outra forma ainda. Considere que estes segmentos que você construiu aqui sejam dois vetores. Cada um deles é uma partezinha da reta r e da reta s . Como você vai me mostrar que estes dois vetores são paralelos?

F: Que eles têm que ser linearmente dependentes.

PE: E o que significa isso?

F: *Que um se escreve como combinação linear do outro, ou seja, que são proporcionais?*

PE: Tá. Mas pense um pouco. [Neste momento faço uma explicação, usando duas canetas para representar os dois segmentos considerados, procurando mostrar que dependendo da inclinação de cada uma das canetas, prolongando-se as mesmas, elas podem se interceptar]. Após várias simulações questiono: O que é que mudou em cada um dos exemplos com as canetas?

F: *O ângulo.*

PE: O ângulo de inclinação com relação a quem?

F: *Com relação ao eixo x .*

PE: [Faço outro exemplo com as canetas tentando deixá-las paralelas] Elas são paralelas agora?

F: *Hum! Acho que são. Por que?*

PE: [Movimento-as em sentidos diferentes conservando a direção] O que eu estou tentando conservar?

F: *O ângulo. O ângulo de inclinação.*

PE: Então isso quer dizer que, as equações dessas retas têm o mesmo coeficiente angular? Neste caso, eu tenho uma interseção?

F: *Não.*

PE: Então. A inclinação de r é igual à inclinação de s . Por meio do Geometricks você pode mostrar que as equações de r e s tem o mesmo coeficiente angular? Como?

F: *Posso. Com o Geometricks eu posso achar as equações de reta de cada um dos segmentos, aí eu comparo eles e vejo que os coeficientes angulares são iguais.*

PE: Ok! Pense sobre estas coisas e tente explorar tudo isso na atividade que vocês estão elaborando. Lembrem também da condição que se r é paralela a s , então $m_r = m_s$. Mas, e se r e s fossem perpendiculares?

F: *Aí m_r vezes m_s ia ser igual zero.*

PE: Zero? Acho que não é isso. A relação não seria que $m_r = -1/m_s$ ou $m_s = -1/m_r$?

F: *Não lembro.*

PE: Bom! Agora pensem nesta atividade e em todas as formas de provar que os segmentos dados são paralelos e de que forma o software ajuda nisso. Aquilo que vocês já escreveram conservem e acrescentem o que está faltando e que vocês acham importante.

Esta discussão permitiu que o aluno refletisse sobre as diversas possibilidades de mostrar quando dois segmentos dados, supostamente paralelos, são realmente paralelos, para qualquer dimensão que se considere, bem como analisasse as contribuições do software Geometricks nesta tarefa. Ademais, revelou a familiaridade deste aluno com o recurso utilizado. A respeito do conhecimento concernente ao Geometricks, demonstrado pelos sujeitos deste estudo, inferimos que foi resultado do envolvimento deles com a produção das atividades de Geometria Analítica e com a investigação das funções deste recurso.

Chamamos a atenção do leitor, nos apoiando neste recorte, para a atuação da professora-pesquisadora no ambiente de aprendizagem que foi promovido, no qual esta procurou manter os sujeitos envolvidos com as atividades, instigando-os a refletir sobre o que já haviam sistematizado e estimulando-os a ampliarem a abordagem dos conceitos de cada atividade. Esta característica do professor tem se tornado imprescindível ao processo de construção do conhecimento, segundo a concepção teórica defendida nesta pesquisa.

Com relação às limitações do Geometricks, destacamos também a necessidade de haver a combinação de vários recursos (lápiz, papel, calculadora etc.) para executar uma determinada tarefa, enfatizando mais uma vez a *bricolage*, discutida por Papert (1985). Do ponto de vista da aprendizagem matemática, este aspecto foi bastante relevante, pois permitiu que os licenciandos fizessem a transição da representação gráfica para a algébrica das cônicas estudadas nos projetos das duplas, a qual, de acordo com Cavalca (1997), tem sido uma das dificuldades apresentadas por alunos em geral na disciplina de Geometria Analítica.

Não obstante, a maioria dos licenciandos se posicionou a favor de haver combinação de atividades de sala de aula com atividades mediadas pelo uso dos recursos das tecnologias informáticas, conforme podemos constatar no depoimento de Bruno apresentado após este parágrafo. Tal depoimento, o qual é procedente do último questionário aplicado, refere-se à avaliação deste aluno acerca do papel dos softwares no ensino de Matemática.

PE: Você acredita que a experiência de se colocar no papel de professor elaborando atividades de Geometria Analítica pode ter ajudado na construção do conhecimento matemático a na aquisição de saberes de uso pedagógico das mídias informáticas?

B: Sim. Me ajudou no sentido de poder explicar, com o auxílio da tecnologia, atividades que podem ser um pouco mais complicadas de se mostrar no papel.

A construção de cônicas no Geometricks, por exemplo, dispondo apenas do recurso lugar geométrico, instigou nos alunos a reflexão e a investigação acerca da representação algébrica correspondente a representação geométrica executada, de modo que precisaram recorrer a diversos recursos do software para chegar a equação das mesmas, assim como muitos ajustes foram necessários para que as duplas obtivessem determinadas construções geométricas. Do mesmo modo, a transição da representação algébrica para a geométrica também exigiu dos estudantes ajustes e experimentações.

Este aspecto foi reforçado no encontro do dia 09 de dezembro, no qual Luciano estava propondo a representação de uma hipérbole equilátera, e como o Geometricks não fornece a equação de lugares geométricos, então, o aluno teve que, a partir da definição desta cônica, efetuar os ajustes necessários nos procedimentos descritos no software para que chegasse à construção ambicionada.

É pertinente esclarecer que esta atividade foi realizada em consequência de uma discussão que surgiu entre dois alunos, acerca da definição de hipérbole equilátera, porém esta não faz parte do projeto desenvolvido pela dupla, assim como a maioria dos dados aqui apresentados são procedentes das observações registradas no caderno de campo.

Portanto, a construção que será apresentada e analisada agora é resultado da tarefa proposta por Luciano e Flávio de representar no Geometricks uma hipérbole equilátera, em que buscavam compreender este conceito por meio da análise das propriedades mostradas na janela de observações [lado direito da tela] do Geometricks e da comparação destas com a representação geométrica obtida.

Chamamos a atenção do leitor para os artifícios matemáticos que estes alunos utilizaram para mostrar que a hipérbole, realmente, classificava-se como equilátera. Além disso, a situação apresentada a seguir, salienta o papel desempenhado pela professora-pesquisadora, a qual instigou os sujeitos a explorar várias propriedades e conceitos matemáticos envolvidos nesta representação geométrica.

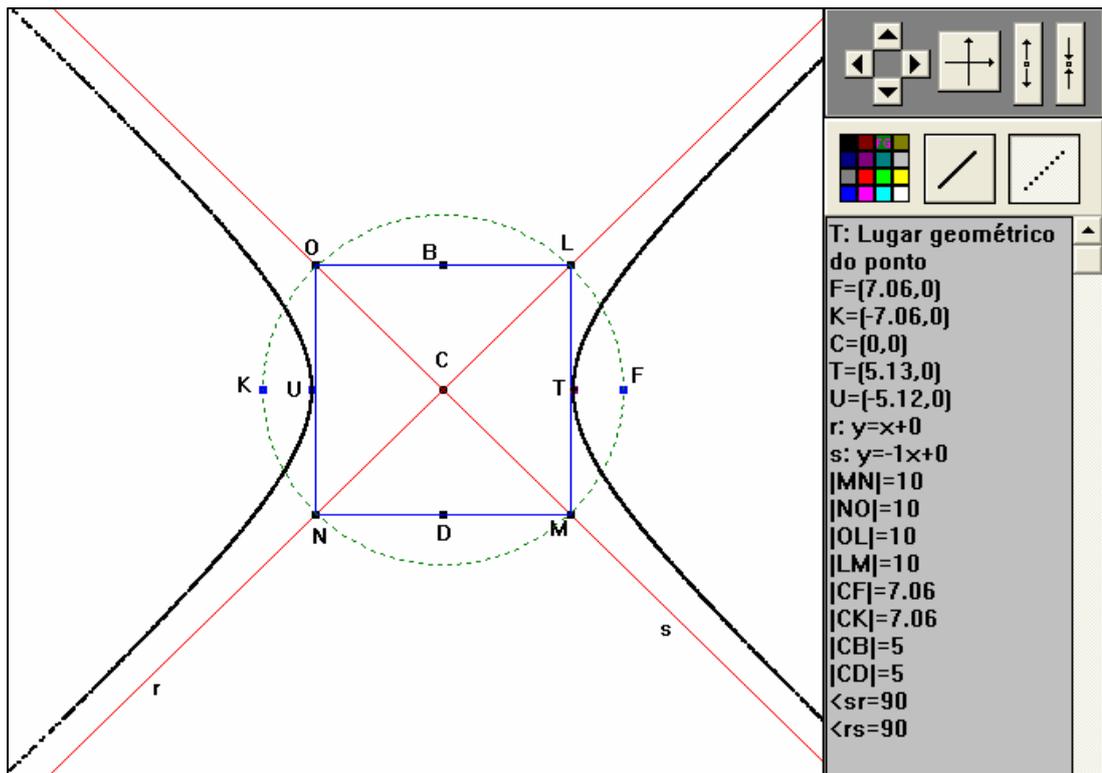


Figura 4: Representação de uma hipérbole eqüilátera obtida no Geometricks.

Inicialmente a dupla construiu a hipérbole [ver curva de cor preta na figura acima], adotando valores iguais para os eixos conjugado e transverso (comumente representados pelas letras **b** e **a**, respectivamente), tal que $a = b = 5$. Após obterem a construção do respectivo lugar geométrico, estes estudantes recorreram a artifícios matemáticos desenvolvidos em sala de aula para provar que a hipérbole representada era, de fato, eqüilátera.

Um dos artifícios empregados consistiu em traçar as assíntotas (retas **r** e **s**) da hipérbole, usando as equações **r**: $y = x + 0$ e **s**: $y = -x + 0$, de modo que o ângulo formado pelas mesmas fosse reto (medida igual a 90°), conforme mostrado na janela de observações ($\angle rs = 90$ e $\angle sr = 90$). Com isso, a dupla pretendia mostrar que estas retas (as assíntotas **r** e **s**) não tocam os braços da hipérbole.

Mas, como a dimensão que a hipérbole em estudo está sendo considerada é muito pequena, não há como saber se as assíntotas construídas interceptam-na em algum ponto. Então, foi necessário recorrer à outra idéia matemática, que consistiu em traçar uma circunferência com raio igual a distância focal do referido lugar geométrico ($r = c = \sqrt{50}$), cujo centro deveria ser coincidente com o centro da hipérbole (ponto **C** da figura). Em seguida, marcaram os pontos **L**, **M**, **N** e **O** de interseção desta circunferência com as assíntotas e partindo destes pontos, traçaram segmentos formando o quadrilátero **LMNO**.

Posterior a isso, estes alunos procuraram verificar se o retângulo LMNO, cujos lados correspondem às medidas dos eixos conjugado e transverso, era quadrado. Para tal, foram determinadas as medidas dos segmentos MN e NO, ratificando se estas eram iguais (pela janela de observações, encontraram $|MN| = 10$ e $|NO| = 10$). Portanto, o retângulo LMNO é quadrado, logo, de acordo com Boulos (1987), a hipérbole é equilátera.

Nesta atividade, as limitações do software forçaram os alunos a pensar sobre a construção que desejavam fazer, bem como tiveram que efetuar muitos ajustes e cálculos manuais para obtê-la, pois o Geometricks não fornece a representação de lugares geométricos por meio da digitação de uma equação no campo de inserção de equações.

Como a dupla demonstrou estar bastante empolgada com o estudo da hipérbole equilátera, a professora-pesquisadora resolveu aproveitar a situação e fazê-los explorar outros aspectos desta construção. Então, foi sugerido a estes alunos que determinassem a excentricidade da hipérbole, a equação reduzida desta, bem como a equação da circunferência, cujo centro coincidiu com a origem do sistema de eixos coordenados (plano cartesiano) e com o centro da respectiva cônica.

Para estas solicitações foi preciso, primeiramente, determinar as medidas do semi-eixo transverso (**a**), semi-eixo conjugado (**b**) e a medida da distância semi-focal (**c**). Para encontrar estas medidas não foi necessário muito esforço, pois estes valores foram dados inicialmente como condição para encontrar a distância focal ($c = \sqrt{50}$), a qual foi usada para executar a construção no Geometricks; logo $a = b = 5$. Além disso, o software permitiu que estas medidas fossem representadas e visualizadas (conforme mostrado da janela de observações, onde temos $|CB| = 5$ e $|CT| = 5$). Com isso, os alunos mostraram que a medida do segmento CB, que representa o semi-eixo conjugado (**b**), e a medida do segmento CT, que representa o semi-eixo transverso (**a**), são iguais.

A equação reduzida de uma hipérbole qualquer é obtida a partir de duas informações elementares: a medida do semi-eixo transverso (a) e a medida do semi-eixo conjugado (b), as quais são substituídas no denominador da equação.

Tomando a equação na sua forma reduzida $\frac{x^2}{a^2} - \frac{y^2}{b^2} = 1$ e sabendo que $a = b = 5$,

substituindo os valores de **a** e **b** na equação temos $\frac{x^2}{5^2} - \frac{y^2}{5^2} = 1$. Logo, a equação procurada é

$$\frac{x^2}{25} - \frac{y^2}{25} = 1.$$

Visando a explorar outros modos de escrever a respectiva equação, a dupla se propôs a representar a equação desta hipérbole na sua forma geral. Os procedimentos adotados foram simples. Primeiramente, reduziram a expressão a um denominador comum $\frac{x^2}{25} - \frac{y^2}{25} = \frac{25}{25}$. A seguir, eliminaram os denominadores, chegando à representação $x^2 - y^2 = 25$.

A outra etapa da tarefa consistia em calcular o valor da excentricidade da referida cônica. Esta foi obtida pela expressão $e = \frac{c}{a}$, a qual estabelece a relação entre as medidas da distância focal e real da hipérbole. Ou seja, representa a maior ou menor abertura dos braços da hipérbole. Substituindo os valores de **c** e **a** na expressão $e = \frac{c}{a}$, obtiveram $e = \frac{\sqrt{50}}{5}$.

Finalmente, usando a construção geométrica analisada nessa sessão, a dupla precisou determinar a equação da circunferência com raio de medida igual a distância semi-focal da hipérbole. Esta tarefa foi simples, pois como o centro da circunferência dada coincide com a origem do sistema de eixos, então a forma reduzida da sua equação é dada por $x^2 + y^2 = r^2$. Como $r = c$, então $x^2 + y^2 = \sqrt{50}^2 \rightarrow x^2 + y^2 = 50$.

Destacamos nesta atividade, e em muitas outras executadas nesta investigação, a preocupação dos licenciandos com o próprio entendimento dos conceitos e propriedades abordados e com as formas de aplicação prática dos mesmos, como condição necessária à aprendizagem destes, inquietação esta que foi verificada pela análise da conversa da dupla enquanto realizava a atividade, a qual foi registrada no caderno de campo.

A situação descrita aqui ressalta a abrangência e a relevância da atuação do professor no ambiente de aprendizagem permeado pelas mídias informáticas, papel este que é enfatizado por Valente (2002) e Maltempi (2004), pois como a tarefa emergiu de uma pergunta apresentada por um aluno, o qual não recordava a definição de hipérbole equilátera, coube a professora-pesquisadora aproveitar o ensejo, incitando-os a explorar todos os aspectos e propriedades inerentes ao conceito abordado na construção.

Consideramos, ainda, partindo da análise da estrutura das atividades produzidas pelos alunos, que a atitude de propor uma solução a cada uma das atividades revela que eles estavam seguros com relação ao conteúdo matemático abordado nos projetos. E isto é um indício de que a estratégia pedagógica adotada propiciou o aprofundamento destes conteúdos, contribuindo, portanto, com a formação específica deste grupo.

6.4.2. A Construção de Saberes de Uso Pedagógico das Tecnologias Informáticas do Ponto de Vista da Intervenção Realizada

Tomando como ponto de partida a idéia aqui defendida que as mídias informáticas devem fazer parte das experiências educacionais do licenciando desde o início da graduação, de modo que este desenvolva habilidades de uso pedagógico das mesmas, procuramos saber quais eram as concepções dos sujeitos deste estudo acerca destes recursos e de que forma estes concebem o uso das mídias informáticas no ensino e na aprendizagem de Matemática.

Para obter estes dados, a professora-pesquisadora procurou promover conversas durante os encontros para saber como cada um dos licenciandos avaliava a estratégia de trabalho adotada nesta investigação com relação à formação tecnológica e específica. Uma destas conversas é apresentada abaixo e expõe a avaliação do aluno Flávio acerca da intervenção proposta.

PE: A autonomia dada a vocês para elaborar atividades usando tecnologia informática ou um outro recurso contribui para a formação tecnológica de um professor?

F: Contribui, mas como foi o primeiro ano assim, vamos dizer, pra uma formação tecnológica, acho que foi interessante, foi importante, mas não pode parar por aí, a gente tem que explorar outras coisas, fazer outras atividades em outras disciplinas. Não podemos parar simplesmente no que foi feito até agora e esquecermos, a gente tem que aprender ainda mais, para que a gente possa formalizar realmente nossas idéias e aquilo que foi aprendido até agora. A gente aprendeu bastante sobre o software e sobre Geometria Analítica, e eu acho que foi por causa dessa liberdade didática que a gente teve. Mas, até que ponto foi legal para minha formação tecnológica? A curto prazo, se eu fosse dar aula logo, talvez essa liberdade que a gente desfrutou em trabalhar nas atividades, a gente se colocou a erros, a gente se colocou a várias situações, como travar o computador, por exemplo. Várias coisas que a gente se esforçou, a gente entendeu. Acredito que se eu for dar aula, por ter desfrutado, por ter aprendido a explorar o software, vou estar preparado para enfrentar alguns imprevistos. Porque, naturalmente, haverão alunos que vão mexer, que vão explorar o software que a gente estiver usando, e eu como eu já fiz isso, agora nessas atividades, talvez eu vou estar mais seguro pra dar aula, entendeu, porque eu tive essa liberdade. Eu não acredito que eu vou ter alunos que vão fazer, que vão seguir exatamente aquele plano que fizer. Então, como eu já passei por isso, já mexi no software e descobri coisas novas, eu vou me sentir mais seguro.

Já pensou se eu estou dando uma aula, preparo uma aula toda certinha com um software e um aluno vai lá e descobre uma coisa nova porque ele fuçou e eu nem estou preparado para aquilo e, talvez, eu nem tenha noção daquilo, porque porventura quando eu fiz isso, eu não tive essa liberdade, ficou só naquilo que era falado.

As reflexões deste aluno com relação ao uso de mídias informáticas na prática docente apontaram o receio e a insegurança como sendo os maiores desafios a serem enfrentados por eles no exercício de sua profissão. Este medo, segundo Borba e Penteado (2001), é perfeitamente natural uma vez que o professor, ao incorporar as tecnologias informáticas à sua prática, está diante de uma nova situação pedagógica.

Assim, advogamos que é essencial colocar o futuro professor, durante a sua formação, em contato com vários recursos tecnológicos levando em conta as colocações de Ponte *et al.* (2003), Mercado (1999) e Papert (2003), preparando-o para enfrentar os desafios que venham a se apresentar no exercício da sua profissão e, principalmente, estimulando-o a desenvolver habilidades de uso pedagógico destes recursos, contribuindo, conseqüentemente, com o processo de construção do conhecimento dos alunos desse futuro professor.

Segundo depoimentos dos sujeitos desta pesquisa, e das conversas entre eles e a professora-pesquisadora, constatamos que esta mudança metodológica na prática pedagógica não é encarada com naturalidade pelos mesmos, como podemos observar na transcrição seguinte, que expõe a conversa de Edson, Bruno e a professora-pesquisadora.

E: Como professor, eu quero usar estes recursos, pelo menos em algumas aulas, porque, como o Bruno falou, não só o software. Primeiro eu daria a teoria e depois aplicaria para o aluno poder ver melhor o que ele está estudando. Para ele ter uma idéia melhor. Visualizar, por exemplo, uma cônica. Tem aluno que não consegue visualizar uma cônica do jeito que outras pessoas têm facilidade. Então, no computador ele ia visualizar melhor e isso pode ajudá-lo a aprender aquele conceito ou definição.

PE: E para sua formação? Se você continuar na licenciatura, você acha que quando você for dar aula você pode utilizar este software ou um outro? Você acha que seria legal, ou você vai preferir trabalhar sem isso?

B: Ah! É legal usar assim, no caso, por exemplo, eu acho até que é mais importante trabalhar no ensino médio essas idéias, este software. Assim é mais interessante usar do que agora.

PE: E os alunos, o que você acha? Eles vão gostar de estudar Matemática com um software?

B: *Eles vão ter mais interesse. Tudo que é tecnologia os alunos já, [...]. Eles gostam mais, né.*

PE: **Motiva?**

B: *Motiva. Por exemplo, Matemática que é uma disciplina que ninguém gosta muito, né? É difícil alguém gostar de Matemática no ensino médio, assim, fundamental. Daí, só de ver os computadores e saber que eles vão conseguir ter uma idéia a mais com o computador, vai aumentar o interesse deles, eu acho.*

Com base nas colocações acima podemos inferir que para estes alunos o papel das mídias informáticas na prática pedagógica em Matemática abrange os aspectos da visualização e da demonstração defendidos por Lourenço (2002). Analogamente, ponderamos que estes recursos desempenharam um papel motivador na intervenção implementada, uma vez que possuem atualmente valor cultural em muitos grupos culturais, aspecto este que diz respeito às dimensões do trabalho com projetos discutidas por Maltempi (2004).

No que tange ao papel da demonstração no ensino de Matemática, sabemos que esta é essencial na construção dos conhecimentos desta área, de acordo com Lourenço (2002) e Rolkouski (2002). Nesse sentido, como o Geometricks favoreceu a visualização de conceitos e propriedades que foram focados nas atividades produzidas pelos alunos, e esta por sua vez propiciou a verificação destes conceitos e estimulou a investigação matemática, sustentamos que a intervenção realizada pode ter contribuído na construção de saberes matemáticos.

Com relação à formação pedagógica, esclarecemos que a intervenção desenvolvida favoreceu a aquisição de saberes para uso pedagógico das tecnologias informáticas, considerando os depoimentos apresentados ao longo deste capítulo e a análise das atividades desenvolvidas pelos alunos. Ademais, foram promovidas reflexões acerca das distintas formas de uso destes, conforme explicitado no capítulo 5, e da necessidade do professor ajustar o conteúdo apresentado nos livros didáticos às necessidades dos seus alunos.

Por outro lado, temos que considerar que as concepções de uso de softwares sofrem modificações, à medida que ampliamos nossas experiências com estes recursos e temos a oportunidade de explorar outras possibilidades de uso destes. Sob este prisma, ponderamos que esta intervenção pode ter modificado as crenças de alguns sujeitos acerca do papel das

tecnologias informáticas nos processos educacionais em Matemática e enfatizamos a importância de se promoverem reflexões sobre esta questão ao longo da licenciatura.

Com isso e levando em conta o depoimento de Flávio apresentado neste capítulo (p.146-47), ressaltamos que aplicando esta proposta de trabalho ao longo da licenciatura, focando outras disciplinas, é possível contribuir com o processo de formação inicial docente, pois os futuros professores podem aprofundar os conhecimentos dos recursos que estão sendo utilizados, bem como dos conteúdos matemáticos, em consequência das possibilidades de implementar novas e distintas investigações matemáticas por meio destes recursos.

Finalizando, consideramos que devido à negligência da professora-pesquisadora com relação ao planejamento e a implementação da intervenção realizada, a formação pedagógica não recebeu a ênfase necessária, pois os momentos de reflexão sobre a função docente foram limitados e não foram promovidas sessões de leitura e discussão de textos sobre o assunto.

6.5. Categorizando o Trabalho com Projetos e com Tecnologia Informática

Visando a responder a pergunta norteadora desta pesquisa (*Como trabalhar com projetos em Geometria Analítica, usando software de geometria dinâmica, visando a favorecer a formação de futuros professores de Matemática?*) e tendo por base os dados apresentados e analisados ao longo deste capítulo, juntamente com a descrição dos momentos que constituíram o processo de desenvolvimento dos projetos exibida no capítulo 5, nos propomos a elencar os distintos momentos que caracterizaram a intervenção realizada.

Porém, esclarecemos que a categorização aqui sugerida não deve ser vista, de forma alguma, como um roteiro a ser seguido na implementação de práticas educativas que tomam o trabalho com projetos, usando tecnologias informáticas, como estratégia pedagógica. Mas sim, consideramos que os momentos evidenciados nesta experiência se constituem em um conjunto de situações que, se privilegiadas, podem contribuir para que o objetivo da atividade educacional possa ser alcançado, segundo a visão teórica assumida neste estudo. Neste sentido, concebemos as distintas etapas que caracterizaram a intervenção realizada como elementos que podem fomentar o processo de construção do conhecimento, à medida que o docente propõe atividades que contemplam o uso de tecnologias informáticas.

Além disso, informamos ao leitor que, a partir da experiência realizada na presente pesquisa, os resultados evidenciados são generalizados, no intuito de vislumbrarmos possibilidades deste tipo de prática pedagógica ser utilizada em contextos distintos daquele considerado nesta investigação, inclusive em grupos com maior número de alunos.

Ressaltamos que a descrição que estamos propondo aqui se mostra relevante, pois se trata de uma experiência que promoveu o trabalho com projetos no contexto de uma disciplina. Isto é, a intervenção promoveu o desenvolvimento de projetos disciplinares, enquanto que a maioria das categorizações deste tipo de estratégia pedagógica se refere ao trabalho com projetos interdisciplinares, já que esta estratégia favorece a interdisciplinaridade.

Analisando criteriosamente a intervenção implementada, tendo como suporte teórico os pressupostos do Construcionismo e as potencialidades do trabalho com projetos nos processos educacionais, os quais foram abordados no capítulo 3 desta dissertação, categorizamos as ações dos alunos, no decorrer do processo em seis momentos principais.

O primeiro momento consiste em *elaborar um plano do projeto*. Ou seja, os alunos precisam planejar aquilo que será desenvolvido nos seus projetos, delimitando o assunto (ou assuntos) que vão abordar, os procedimentos que podem ser utilizados na execução das tarefas, o software que será explorado, a bibliografia a ser consultada, bem como a determinação dos objetivos do referido projeto. Na experiência analisada neste estudo, a escolha do software e da disciplina partiu da professora-pesquisadora, enquanto que as outras escolhas foram efetuadas pelos alunos.

Enfatizamos, levando em conta as reflexões apresentadas por Valente (2003b), Petito (2003) e Maltempi (2004), que esta etapa deve ser realizada em acordo com o professor, pois precisa ser orientada, de modo que o trabalho desenvolvido esteja em ressonância com os critérios pré-estabelecidos pelo docente e com as determinações curriculares.

Da mesma forma, ponderamos que as fontes de consulta (bibliografia usada como material de apoio) podem ser sugeridas pelo docente ou pelos alunos, porém é necessário que sejam previamente examinadas pelo primeiro, pois precisam ser adequadas ao nível dos estudantes e as exigências do projeto. Igualmente, ressaltamos que o armazenamento e a organização das informações coletadas durante a pesquisa ou a consulta em materiais de apoio, podem facilitar os trabalhos de comparação e análise dos conceitos e definições que vão ser usadas na elaboração das atividades previstas.

Como segunda etapa, a qual foi evidenciada na experiência promovida com os sujeitos desta pesquisa, destacamos o processo de *planejar a construção das representações* no software escolhido inicialmente. Esta construção se refere à representação geométrica ou gráfica de um conceito matemático abordado pelos projetistas, a qual será executada usando um recurso tecnológico ou software adequado àquela disciplina ou aquele conteúdo. Esclarecemos que este recurso pode ser substituído quando não se mostrar apropriado às necessidades e aos objetivos do projeto que está sendo desenvolvido.

Do ponto de vista do Construcionismo esta etapa é muito importante, pois cada aluno ou cada dupla pode realizar uma mesma tarefa usando recursos e procedimentos distintos, explicitando, portanto, os diferentes estilos de executar um mesmo trabalho, caracterizando a *bricolage* que foi discutida por Papert (1985).

Este momento, pelo que foi observado na intervenção aqui analisada, abarca várias etapas, como a descrição do enunciado que introduziu cada atividade, a apresentação do objetivo da mesma, a determinação dos procedimentos que seriam usados naquela representação e a realização de pesquisas em *sites* ou bibliografias pertinentes aos assuntos que foram abordados em cada um dos projetos. No processo de produção das atividades, os procedimentos adotados para executar cada uma das representações geométricas/gráficas foram definidos por experimentação, de acordo com a concepção proposta por Borba e Villarreal (2005). Explicando, as duplas repetiam muitas vezes as construções até que o resultado satisfizesse as suas exigências. Em seguida, armazenavam aquela construção no disco rígido, abriam uma nova tela no software Geometricks e repetiam a construção descrevendo (em um rascunho) cada um dos procedimentos utilizados na mesma. Esta descrição, algumas vezes, era adicionada à estrutura da atividade produzida e sistematizada.

Levando-se em conta a abrangência desta etapa e considerando as características da espiral de aprendizagem, proposta por Valente (2002), ponderamos que o momento de *planejar a construção das representações* pode ser associado à etapa da *descrição*, a qual constitui a referida espiral. Tal aproximação é relevante por duas razões. Primeiro, porque o processo da intervenção foi norteado pelos princípios do Construcionismo. Segundo, porque tal como a etapa da *descrição* é importante à construção do conhecimento, o planejamento da construção das representações mostrou-se essencial ao aprofundamento do conhecimento do software e do conteúdo de Geometria Analítica.

Dando continuidade ao processo de desenvolver um projeto, destacamos o momento de *construir as representações geométricas* usando a tecnologia informática selecionada para esta tarefa. Esta se desenvolve à medida que os alunos realizam a construção das representações geométricas/gráficas inerentes aos enunciados elaborados, as quais podem ser incorporadas (ou não) às atividades que estão sendo produzidas, dependendo do objetivo que foi estabelecido. Em alguns casos, os alunos podem acrescentar ao enunciado da atividade, os procedimentos usados na construção e propor uma solução, como verificamos nos projetos elaborados pelos sujeitos deste estudo. Em outros, o processo de construção e resolução das atividades é realizado pelos alunos como um meio de fomentar investigações matemáticas ou para convencê-los sobre alguma conjectura, podendo não fazer parte do projeto.

A etapa subsequente à construção das representações geométricas dos conceitos focados nos projetos consiste em *sistematizar as atividades* elaboradas. Este momento foi relevante no processo que permeou o desenvolvimento dos projetos, pois os alunos necessitaram descrever cuidadosamente, usando um editor de texto, cada uma das atividades geradas, revisar os objetivos destas, melhorar ou ampliar as definições apresentadas, seguir normas metodológicas (fonte, margens, formatação etc.), revisar gramática e digitação, acrescentar comentários e conclusões aos projetos e, quando necessário, apresentar os procedimentos usados na execução de uma dada construção realizada no Geometricks.

Nesta fase, verificamos que as duplas revisitaram o material de apoio, retomando definições, demonstrações e propriedades, visando a ampliá-las ou corrigir possíveis erros. Esta situação se constituiu numa pesquisa bibliográfica contextualizada. Igualmente, mostraram-se atentos às questões pedagógicas das atividades que estavam produzindo, como a fidedignidade das definições e a clareza dos enunciados propostos.

Considerando a abrangência desta etapa, avaliamos que este momento é bastante complexo e requer uma intervenção cuidadosa do professor para que os participantes ampliem suas concepções iniciais pelo confronto de pontos de vista pessoais com concepções já estabelecidas, bem como estejam atentos às exigências estabelecidas àquela tarefa educacional, segundo a abordagem que está sendo assumida. Além disso, o docente precisa auxiliar seus alunos na formalização dos conceitos que estão sendo focados, considerando que o momento da formalização é essencial ao processo de construção do conhecimento.

Pela descrição da intervenção realizada, concluímos que este momento exigiu da professora-pesquisadora atenção especial a cada uma das duplas, pois foram necessárias reflexões sobre os enunciados propostos, confrontando-os com os objetivos estabelecidos para cada atividade e as definições e propriedades apresentadas nas mesmas, bem como leitura e correção das atividades já elaboradas.

O quinto momento da atividade educativa pautada no trabalho com projetos corresponde à *avaliação* daquilo que foi desenvolvido. Esta etapa é extremamente importante, pois após receber *feedback* do professor ou dos colegas, o projetista pode refletir sobre aquilo que produziu, olhando para cada uma das partes que constituem o projeto e para o projeto como um todo. Salientamos que a etapa da avaliação apresenta características que se assemelham à *reflexão*, terceira etapa da espiral de aprendizagem, apresentada por Valente (2002), a qual é essencial ao processo de construção do conhecimento. Acrescentamos que neste momento, correções e modificações são realizadas no intuito de melhorar ou ampliar o projeto elaborado, ações estas que caracterizam a *execução* da referida espiral.

A *divulgação* aos colegas ou à comunidade, daquilo que foi construído pelos estudantes, é uma outra etapa importantíssima na realização dos projetos educacionais, pois os alunos recebem *feedback* de pessoas que não estão diretamente envolvidas no trabalho que realizaram. Porém, é fundamental que estas pessoas tenham conhecimento do assunto que está sendo abordado, favorecendo, com isso, a etapa da *depuração* da espiral de aprendizagem.

Constatamos que os estudantes envolvidos nesta pesquisa sentiram-se valorizados e motivados devido à oportunidade que tiveram de desenvolver um material pedagógico, que pode ser usado por outras pessoas. Igualmente, ao serem elogiados pelo professor **JP**, que assistiu a apresentação das atividades, avaliaram que seu esforço foi reconhecido.

Porém, acrescentamos que os momentos da intervenção praticada, categorizados anteriormente, não se verificaram tal como foram descritas nesta seção. Observamos, durante todo o processo de desenvolvimento dos projetos, que alguns alunos primeiro executavam uma dada construção geométrica no software e após várias repetições e experimentações, realizavam a *sistematização* da atividade que evolveria aquela construção, enquanto que outros *planejavam a construção das atividades*, em seguida executavam-nas e, finalmente, iniciavam a *sistematização*.

Partindo das colocações desta seção e dos registros do caderno de campo, ressaltamos que a *sistematização das atividades* foi um processo que se repetiu várias vezes. Notamos que as duplas reescreviam os enunciados e as resoluções das atividades, adicionavam comentários e conclusões nas mesmas, assim como se preocupavam com o *aspecto estético* dos projetos, discutido por Valente (2003b), visando a melhorar e ampliar cada uma das atividades.

Outrossim, de acordo com as características desta intervenção, destacadas ao longo deste capítulo, das potencialidades da atividade pedagógica assentada nos princípios do Construcionismo, bem como pela presença das ações que constituem a espiral da aprendizagem, ratificamos as colocações de Maltempí (2004) a respeito da ressonância entre os princípios do Construcionismo e o trabalho com projetos nos processos educacionais.

Estendendo a análise da intervenção aqui descrita, acreditamos que o trabalho com projetos em Matemática ou em outra disciplina qualquer, pode se constituir de atividades distintas da que foi sugerida neste estudo. Isto é, além de se produzir material didático sobre um determinado conteúdo, podem ser promovidas campanhas de conscientização, jornais escolares ou comunitários, peças de teatro, exposições de pesquisas realizadas ou trabalhos desenvolvidos na escola, feiras sobre assuntos disciplinares etc., de modo que este material possa ser repassado à comunidade.

Não obstante, consideramos que a proposta pedagógica que foi descrita aqui pode ser praticada também com grupos maiores de alunos, inclusive com classes inteiras, pois, tal como ocorreu com os sujeitos desta pesquisa, os aprendizes poderão, realmente, motivar-se e envolver-se na execução de uma tarefa se esta for de seu interesse. Ainda, ponderamos que esta atividade pode permitir que cada aluno construa seu conhecimento de acordo com o próprio ritmo, devido à autonomia que lhe é concedida para conduzir a sua aprendizagem.

6.6. Situando o Trabalho com Projetos na Perspectiva Construcionista

Partindo da caracterização do trabalho com projetos apresentada na seção 6.5, bem como pela descrição do processo que permeou o desenvolvimento dos projetos das duplas, apresentada ao longo deste capítulo e também no quinto capítulo desta dissertação, propomos uma análise da intervenção pedagógica sugerida nesta pesquisa, focando as cinco dimensões que devem ser consideradas na criação de ambientes de aprendizagem pautados no Construcionismo, apresentadas no capítulo 2 desta dissertação, que são a dimensão sintônica, sintática, semântica, pragmática e social.

Relevamos que as discussões e as reflexões promovidas durante a intervenção e os depoimentos dos alunos, dados estes que exprimem os aspectos considerados na análise que se inicia agora, não são reapresentados nesta seção, pois queremos evitar repetições desnecessárias, já que os dados e as inferências presentes no capítulo 5 e, principalmente, no presente capítulo, revelam as dimensões que são discutidas a seguir. Ademais, informamos ao leitor que muitas das afirmações aqui colocadas baseiam-se na análise dos dados provenientes do caderno e campo.

No tocante a *dimensão pragmática*, a qual, segundo Maltempi (2004), relaciona-se à sensação do aluno envolver-se numa atividade cujos resultados vêm ao encontro das suas necessidades imediatas, ressaltamos que esta foi uma das características fortes do trabalho realizado com os sujeitos deste estudo, uma vez que eles se envolveram numa tarefa que lhes permitiu ampliar os conhecimentos em Geometria Analítica, disciplina que estavam em RER.

Observamos, no decorrer da intervenção realizada, na qual os estudantes envolveram-se na elaboração de atividades didáticas de Geometria Analítica, que o comprometimento deles nesta tarefa emergiu da necessidade de aprofundarem o conhecimento na referida disciplina, ampliando, conseqüentemente, a compreensão de conceitos abordados em sala de aula e favorecendo a assimilação de outros, pois todas as duplas focaram em seus projetos conteúdos que seriam cobrados na reavaliação efetuada por **JP**.

Com isso, avaliamos que o interesse imediato foi o elemento mobilizador no envolvimento desses alunos com os projetos. Em consequência, eles foram instigados a aprofundar os conceitos já aprendidos e pesquisar outros que pudessem ser associados aos anteriores, visando a ampliar os conhecimentos nesta disciplina. Portanto, a dimensão pragmática esteve fortemente presente no processo que permeou a produção das atividades que constituíram os projetos das duplas e, por outro lado, favoreceu a *depuração*, etapa que constitui a espiral de aprendizagem, essencial ao processo de construção do conhecimento.

Verificamos ainda, no perpassar do processo de elaboração dos projetos e pela análise dos depoimentos dos sujeitos, que a maioria deles mostrou-se realmente comprometida com o trabalho que estava sendo efetuado. O fortalecimento da relação aluno-projeto pode ter sido favorecido pela estratégia pedagógica adotada pela PE, na qual tiveram autonomia para escolher os temas focados nas atividades produzidas, bem como pelo fato de estarem realizando uma tarefa considerada relevante, pois estava em sintonia com os seus interesses e necessidades. Esta característica da intervenção realizada explicita a *dimensão sintônica*, presente em ambientes de aprendizagem de caráter construcionista.

Igualmente, a atitude demonstrada pelos alunos de explorarem outros recursos que estavam disponíveis no ambiente de aprendizagem promovido nesta investigação, além do Geomtricks e do material de apoio, enfatiza a *dimensão sintática*. Esta conduta verificou-se pelo aprofundamento do conhecimento do software utilizado e pela rotatividade das duplas no cenário sugerido para a investigação, tal que, em nenhuma sessão as duplas usaram o mesmo computador ocupado na sessão anterior. Para facilitar a alternância das duplas, os arquivos contendo os projetos dos alunos foram compartilhados na rede de máquinas do LIEM.

Constatamos, também, que estes alunos freqüentemente recorriam às ferramentas de busca na Internet visando a ampliar ou revisar os conceitos, definições e propriedades apresentados no material de apoio. A preferência por este recurso foi justificada pelos mesmos, em função de que estas os conduzem diretamente ao assunto que desejam, enquanto que a busca em *sites* ou livros pertinentes à disciplina de Geometria Analítica demanda mais tempo, pois precisam passear pelo conteúdo dos mesmos até localizar o tópico procurado.

Da mesma forma, salientamos que estes sujeitos tiveram liberdade para manipular os instrumentos de coleta de dados, como câmera fotográfica e gravadores de áudio. Com relação às gravações em áudio, pelo menos duas duplas, gravavam as discussões sobre algumas das atividades produzidas e em seguida ouviam a gravação, avaliando se haviam sido claros nas colocações e argumentações.

Outras vezes, simulavam a apresentação de uma dada atividade, visando a treinar para a exposição coletiva que seria realizada após a conclusão dos projetos. Nesta situação, quando consideravam que as explicações não haviam sido objetivas ou adequadas, repetiam a simulação, gravando-a novamente.

Partindo das situações descritas nos dois parágrafos anteriores, sustentamos que a *dimensão sintática* constituiu-se numa das características mais salientes no ambiente de aprendizagem promovido à elaboração dos projetos. Acreditamos que esta dimensão pode ter sido privilegiada em consequência dos encaminhamentos colocados pela professora-pesquisadora e pela forma como esta conduziu a intervenção.

Focando agora a *dimensão semântica*, quarto componente do ambiente de aprendizagem construcionista, avaliamos que a estratégia pedagógica assumida na intervenção permitiu que os estudantes pudessem explorar assuntos diversos, usando o software Geometricks, e com isso, os conceitos e propriedades usados nas construções passaram a ter sentido para os mesmos. Isto é, à medida que os sujeitos desta pesquisa tiveram autonomia para tratar um determinado conceito a seu modo, puderam estabelecer relações deste com outros, assim como, o recurso utilizado assumiu distintos papéis, como auxiliar na visualização, potencializador nas investigações matemáticas ou instrumento para realizar construções geométricas, por exemplo.

Finalmente, voltamos a atenção para a *dimensão social*, norteadora na criação de ambientes de aprendizagem pautados no trabalho com projetos. Esta característica certamente foi notável na intervenção realizada, pois devido à ação da professora-pesquisadora em promover momentos de integração com os sujeitos deste estudo, bem como pelas conversas informais que manteve com os mesmos, foi possível estreitar os laços de amizade e colaboração entre todos, de acordo com a avaliação de um integrante do grupo.

F: *é essencial você não criar uma barreira entre você e o aluno, porque veja, muitas coisas a gente deixa de aprender, de ir atrás por causa de uma vergonha ou alguma coisa desse tipo que te impede de perguntar. Esse trabalho foi excelente por causa disso, porque quando a gente entrou, logo no começo estabeleceu uma amizade. A gente começou a se conhecer melhor, mais do que um professor e um aluno [...] e isso contribuiu para que clareassem muitas coisas pra mim que até então [pausa]. Realmente, sabe, muitas coisas que pra mim eram abstratas, com essa amizade que criamos eu tive coragem de perguntar. Então essa atividade colaborou. Acredito que essa é uma forma da gente mudar alguma coisa, talvez aí, num futuro próximo, quando formos professores, já cultivar essas coisas na sala de aula.*

Igualmente, o fato das atividades que estavam produzindo constituir-se em material pedagógico destinado a alunos e professores de Geometria Analítica, contribuiu para que os estudantes se sentissem valorizados no contexto social no qual estão inseridos. Assim como, verificamos que o envolvimento deles com os projetos favoreceu o entrosamento e a interação social com os membros do GPIMEM.

Sumarizando, depreendemos que a atividade pedagógica fundada no desenvolvimento de projetos que privilegiam o uso de tecnologias informáticas, em consonância com os princípios do Construcionismo, constituem-se em significativas experiências educacionais na licenciatura, de modo que podem corroborar no processo de formação inicial docente em Matemática, pois favorecem o aprofundamento do conteúdo matemático, o desenvolvimento de competências de uso pedagógico das mídias informáticas, assim como permitem ampliar o conhecimento do recurso que está sendo utilizado.

Porém, para potencializar tais contribuições é preciso estender esta prática ao longo da licenciatura, abrangendo várias disciplinas, diversificando o tipo de trabalho a ser desenvolvido pelos alunos, variando os recursos tecnológicos investigados e, principalmente, promovendo leituras e reflexões sobre as distintas formas de uso pedagógico destes recursos.

CAPÍTULO 7

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS E PERSPECTIVAS FUTURAS

Neste capítulo exibimos as considerações finais desta pesquisa, as quais se baseiam na análise do processo que permeou a realização da intervenção descrita anteriormente, com ênfase na estratégia pedagógica adotada pela professora-pesquisadora e nas características do ambiente promovido para o desenvolvimento dos projetos. Por fim, destacamos algumas perspectivas com relação ao processo de formação inicial docente em Matemática a partir dos resultados apontados neste estudo.

Visando a situar as considerações aqui explicitadas, primeiramente retomamos alguns direcionamentos que o estudo realizado tomou. Esta pesquisa teve como objetivo descrever e analisar uma proposta de intervenção que visa a contribuir com o processo de formação inicial docente em Matemática, segundo os princípios do Construcionismo e do trabalho com projetos. Tendo tal propósito em mente, desenvolvemos uma intervenção com licenciandos em Matemática, buscando enfatizar a complementaridade existente entre as dimensões pedagógica, específica e tecnológica, que deve constituir o processo de formação de professores atualmente, adotando o trabalho com projetos como estratégia pedagógica.

Para este estudo, elegemos a disciplina de Geometria Analítica como contexto para o desenvolvimento dos projetos, pois esta faz parte do currículo da licenciatura em Matemática, bem como de muitos outros cursos superiores. Ademais, de acordo com as colocações do capítulo 2 desta dissertação, a abordagem da referida disciplina, tanto no ensino médio quanto na graduação, tem revelado algumas lacunas, as quais que se manifestam pelos altos índices de reprovação. Outro fator determinante nesta escolha foi o interesse pessoal que a professora-pesquisadora tem por esta disciplina.

Com o propósito de promover o entrelaçamento da formação específica e tecnológica, adotamos o software Geometricks como recurso mediador na abordagem de Geometria Analítica. Este, por ser um software de geometria dinâmica, dispõe de vários recursos que favorecem a visualização de conceitos e propriedades, fomentando, destarte, as investigações matemáticas.

Do mesmo modo, levando em consideração que a Geometria Analítica tem raízes na Geometria e na Álgebra, tal que muitos de seus problemas podem ser resolvidos geométrica e algebricamente, avaliamos que o software Geometricks se mostra apropriado à abordagem de conceitos desta disciplina, pois dispõe de funções que facilitam a representação e a investigação de determinadas construções geométricas.

O trabalho com projetos, coadunando o uso de software de geometria dinâmica e a abordagem de Geometria Analítica, foi adotado visando a salientar a relevância de colocarmos o aluno à frente do seu processo de desenvolvimento, na medida em que lhe é concedida autonomia para investigar sobre um determinado conteúdo matemático, expressar suas idéias e concepções, segundo os princípios do Construcionismo, teoria educacional que norteou a criação do ambiente de aprendizagem em que o trabalho foi realizado.

Partindo da análise da intervenção realizada, o termo projeto é concebido nesta pesquisa como uma atividade educacional que concede autonomia ao aluno para planejar e conduzir determinadas atividades educativas, como um meio de favorecer a construção do conhecimento. Porém, o planejamento destas atividades deve ser executado em acordo com o professor e precisa estar em consonância com as exigências curriculares do ensino.

A delimitação do quadro teórico se deu devido à necessidade de contextualizarmos o objetivo desta investigação e com o intuito de buscarmos elementos que pudessem vir a responder a pergunta norteadora da mesma. Assim, os princípios do Construcionismo e da aprendizagem por projetos foram assumidos como norteadores à implementação da intervenção pedagógica praticada, a qual foi planejada levando em conta a problemática que caracteriza os processos de formação profissional docente, principalmente no que se refere ao uso pedagógico das mídias informáticas, apresentada no terceiro capítulo desta dissertação.

A análise dos dados foi realizada, à medida que os dados foram cotejados com o quadro teórico, visando a apontar as possíveis respostas para a pergunta diretriz desta investigação. Com isso, os resultados apresentados baseiam-se na análise do processo que permeou o desenvolvimento dos projetos, nas potencialidades favorecidas pelas características do ambiente de aprendizagem promovido nesta experiência, nas reflexões dos licenciandos sobre ser professor e sobre o uso pedagógico das tecnologias informáticas, na avaliação que eles fizeram acerca da estratégia pedagógica sugerida nesta investigação, bem como na análise da estrutura das atividades produzidas.

A interpretação detalhada destes dados e das observações feitas durante a realização da intervenção, favoreceu a identificação dos aspectos contemplados no trabalho com projetos que se mostram favoráveis à formação profissional de futuros professores em Matemática.

Destacamos, a partir da experiência promovida com os sujeitos desta pesquisa e da revisão da literatura pertinente ao assunto, que o uso das mídias informáticas no trabalho com projetos pode auxiliar o futuro professor a perceber a relação existente entre o conhecimento específico adquirido ao longo da licenciatura e as possíveis aplicações destes conceitos em outras situações, além daquelas praticadas em sala de aula. Além de fazê-lo refletir sobre as formas de abordar estes conteúdos na prática pedagógica escolar.

Igualmente, avaliamos que o desenvolvimento de projetos, aliado à utilização das tecnologias informáticas, favorece a interdisciplinaridade, a formação de indivíduos criativos e com iniciativa à tomada de decisões, aspectos estes que são necessários ao exercício da profissão docente, além de contribuir para reforçar os laços de amizade, companheirismo e colaboração entre alunos e professor.

Contudo, ponderamos que embora o trabalho com projetos tenha assumido um caráter disciplinar na pesquisa que foi desenvolvida, por meio do qual procurou-se obter maior aprofundamento do conteúdo de Geometria Analítica, é pertinente ressaltar que esta estratégia pedagógica favorece a interdisciplinaridade, mesmo na área de Matemática.

Outrossim, por meio da interpretação que fizemos dos dados provenientes da intervenção desenvolvida, pudemos confirmar as colocações de Maltempo (2004; 2005), Valente (1993; 1996; 1999; 2003a, 2003b) e Papert (1991; 1994; 2003) de que a construção do conhecimento é favorecida por meio da realização de atividades que permitem ao aluno, neste caso licenciando, investigar, refletir, experimentar, expressar suas idéias, atitudes estas que caracterizam a aprendizagem em ambientes pautados no Construcionismo.

Com isso, sustentamos que as atividades de caráter construcionista, como a que foi implementada nesta pesquisa, podem colaborar na construção do conhecimento matemático, favorecendo a formação dos licenciandos em Matemática e preparando-os para utilizar as mídias informáticas na sua posterior prática docente. Porém, defendemos que estas mudanças são viabilizadas se o uso destes recursos estiver entrelaçado às experiências educacionais do futuro professor ao longo da licenciatura.

Analisando o processo que permeou o trabalho com os projetos, verificamos que algumas duplas encontraram dificuldades na escolha dos temas que seriam focados em suas atividades e na integração das mídias informáticas às mesmas. O primeiro aspecto pode estar relacionado com a imaturidade destes alunos e a falta de experiências educacionais que lhes coloquem a frente da sua aprendizagem. Com relação ao segundo aspecto, e levando em conta as reflexões de Cury (2001), consideramos que este pode ser conseqüência da carência de práticas pedagógicas na licenciatura que promovam o uso contextualizado desses recursos.

Neste sentido, sugerimos que as práticas pedagógicas nos cursos de licenciatura sejam repensadas, de modo que as mídias informáticas sejam incorporadas à prática dos professores formadores, para que os futuros docentes aprendam a fazer uso das mesmas no contexto das suas experiências educacionais, pois não faz sentido pensar que a formação tecnológica possa ser desenvolvida desvinculada da formação específica e pedagógica.

Sob este prisma, a formação inicial docente deve ser encarada como um processo unificador na aquisição de saberes tecnológicos, específicos e pedagógicos, convergindo para um objetivo maior, o desenvolvimento integral do licenciando. Este objetivo pode ser favorecido por meio de atividades de caráter construcionista, as quais privilegiam o envolvimento e o comprometimento do futuro professor com as dimensões da sua formação.

Em síntese, pautados na experiência que realizamos, avaliamos que o trabalho com projetos na licenciatura pode colaborar na construção do conhecimento na área específica, no desenvolvimento de saberes de uso pedagógico das mídias informáticas e contribui para o aprofundamento do conhecimento acerca do próprio recurso que é utilizado. Para tanto, é necessário que a estratégia pedagógica adotada pelo docente, conceda aos futuros professores autonomia para explorar conceitos de uma dada área do conhecimento usando recursos das tecnologias informáticas.

Dentre as atividades que se ajustam a este propósito, destacamos a produção de atividades didáticas focando conteúdos da referida área do conhecimento e a construção de *sites* pertinentes à uma determinada disciplina, sugerindo, além das tarefas de sala de aula, atividades que façam uso das mídias informáticas.

Esclarecemos que embora a experiência promovida seja pontual, para a qual foram planejados procedimentos adequados àquela condição específica, de modo que não podemos garantir que esta proposta pode favorecer todo e qualquer processo de formação docente, acreditamos que esta estratégia de trabalho pode contribuir para modificar a concepção vigente acerca do uso das mídias informáticas na prática docente em Matemática, bem como para motivar outros estudos que visem a implementar e analisar novas e distintas estratégias de trabalho, no intuito de contribuir para as reflexões e discussões que permeiam a questão da formação inicial docente e para a modificação de tais processos.

Ainda, consideramos relevante destacar a mudança de postura da professora-pesquisadora ao longo do processo de pesquisa. Conforme proposto por Benedetti (2003), qualquer pesquisador, ao realizar uma investigação nestes moldes, sofre um amadurecimento e um crescimento no decorrer das atividades, tal como aconteceu com esta pesquisadora.

Esta mudança verificou-se, entre outras coisas, no modo como as mídias informáticas vinham sendo utilizadas pela mesma, a qual, desde as suas primeiras experiências com softwares e similares propunha seqüências de atividades fechadas e que eram meramente reproduzidas pelos alunos. Porém, em decorrência do processo de pesquisa, do amadurecimento propiciado pelas leituras relativas ao assunto e em virtude das reflexões acerca das distintas possibilidades de uso pedagógico destes recursos, a concepção manifestada pela professora-pesquisadora foi se modificando.

Tomando como argumento a mudança de concepção destacada no parágrafo anterior, ponderamos que é possível promovermos mudanças nos processos educacionais vigentes, no que concerne ao uso pedagógico das mídias informáticas, desde que o licenciando tenha contato com diferentes concepções de uso das mesmas ao longo do processo de formação inicial docente.

Nesta perspectiva, esperamos estar contribuindo para reforçar a necessidade das tecnologias informáticas serem incorporadas à prática docente na área de Matemática, devido à possibilidade de fomentarmos investigações matemáticas com as mesmas, bem como para instigar novas reflexões sobre os processos de formação docente nas modalidades inicial e continuada, em função das novas demandas da sociedade tecnológica.

A título de conclusão, elucidamos que mesmo não sendo preocupação desta pesquisa investigar a viabilidade da intervenção proposta no trabalho pedagógico com grupos grandes de alunos, esta estratégia mostra-se adequada para atividades de sala de aula, pois pode favorecer o engajamento e o desenvolvimento dos alunos, segundo o ritmo individual de cada um, assim como estimula o trabalho coletivo e a troca de idéias, considerando que a dimensão social do trabalho educativo é relevante no processo de construção do conhecimento. Mas, para que este propósito seja alcançado, o professor precisa dispor de tempo e energia para planejar e orientar as atividades que permeiam o desenvolvimento de projetos, segundo a concepção pedagógica adotada nesta pesquisa, bem como precisa contar com o incentivo e a colaboração dos colegas, da equipe diretiva e pedagógica da instituição que atua.

Com base nos resultados apontados neste estudo e nos apoiando na revisão da literatura apresentada nos capítulos iniciais, consideramos urgente e necessário uma reformulação dos currículos das licenciaturas, de modo que sejam promovidas experiências educacionais com os futuros professores de Matemática, que os coloquem no comando de seu processo de formação e, que seja promovida uma formação integral que contemple as dimensões específica, pedagógica e tecnológica.

Além de reforçar a necessidade de investigarmos distintas possibilidades de uso das tecnologias informáticas no contexto das experiências educacionais dos futuros professores de Matemática, consideramos iminente ampliar e modificar os cursos de formação continuada, pois é a combinação destes dois processos de formação que pode contribuir para a concretização de mudanças significativas nos processos educacionais estabelecidos e para a formação de cidadãos conscientes e ativos nas ações de transformação social.

Almejamos, do mesmo modo, estar colaborando com as discussões que permeiam o processo de formação inicial docente em Matemática. Porém, ressaltamos que são necessários ainda outros estudos e reflexões sobre esta questão, devido às constantes modificações que as tecnologias informáticas acarretam no contexto social e no meio educacional, as quais suscitam mudanças no papel e na prática docente.

Igualmente, avaliamos que é preciso haver uma mudança de atitude dos planejadores dos currículos de licenciatura no que se refere ao modo como a formação inicial docente é encarada, na qual o aluno é visto durante os primeiros anos como aprendiz, período em que ele deve constituir a sua formação específica e, somente, no último ano são proporcionadas reflexões e experiências sobre a prática docente. Neste período, de forma absolutamente desconexa das experiências educacionais, é desenvolvida a formação tecnológica, na qual os alunos adquirem apenas noções elementares de informática.

Partindo das colocações anteriores, sugerimos uma reformulação nos currículos das licenciaturas no intuito de integrar as tecnologias informáticas às atividades de sala de aula durante todo o período de formação e que estas sejam baseadas na autonomia, criatividade e investigação, assim como defendemos que este uso deve ser contextualizado, de modo que os recursos tecnológicos façam parte das práticas educativas de diversas disciplinas.

Para finalizar, sugerimos que outros estudos sejam desenvolvidos no âmbito da licenciatura, focando a implementação do trabalho com projetos sob diferentes condições, como estratégia para introduzir novos conceitos, por exemplo. Do mesmo modo, avaliamos que são necessárias atividades de formação para os professores formadores, incluindo o trabalho com projetos e o uso pedagógico das tecnologias, pois não existem atualmente cursos de capacitação de docentes da licenciatura.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, M. E. B. O computador na escola e a formação de professores. **Teoria e Prática da Educação**, Maringá, p. 441-455, 2003. Edição especial.

ALMEIDA, M. E. B. **Informática e Formação de Professores**. Brasília: Ministério da Educação, 2000. (Coleção Informática para a mudança na Educação).

ALVES-MAZZOTTI, A. J. O método nas Ciências Sociais. In: ALVES-MAZZOTTI, A. J.; GEWANDSZNAJDER, F. **O método nas Ciências Naturais e Sociais**: pesquisa quantitativa e qualitativa. 2. ed. São Paulo: Pioneira, 2002. p. 108-203.

BELMIRO, A. Fala, escritura e navegação: caminhos da cognição. In: COSCARELLI, C. V. (Org.). **Novas tecnologias, novos textos, novas formas de pensar**. 2. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2003. p. 13-22.

BENEDETTI, F. C. **Funções, Software Gráfico e Coletivos Pensantes**. 2003. 313 f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.

BICUDO, M. A. V. **Pesquisa em Educação Matemática**. Campinas: Unicamp (Proposições), v. 4, n. 1 (10), 1993. p. 18-23.

BOGDAN, R.; BIKLEN, S. **Investigação Qualitativa em Educação**: uma introdução à teoria dos métodos. Lisboa: Porto Editora, 1994.

BORBA, M. C.; ARAÚJO, J. L. (Org.). **Pesquisa Qualitativa em Educação Matemática**. Belo Horizonte: Autêntica, 2004.

BORBA, M. C.; PENTEADO, M. G. **Informática e Educação Matemática**. 2. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2001.

BORBA, M. C.; VILLARREAL, M. E. **Humans-with-Media and the Reorganization of Mathematical Thinking**: information and communication technologies, modeling, experimentation and visualization. New York, USA: Springer, 2005. (Mathematical Education Library, v. 39).

BOULOS, P.; CAMARGO, I. **Geometria Analítica**: um tratamento vetorial. 2. ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 1987.

CAVALCA, A. **Espaço e Representação Gráfica**: visualização e interpretação. 1997. 169 f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) - Faculdade de Educação, Pontifícia Universidade Católica - PUC, São Paulo.

- CONTRERAS, J. **A Autonomia de Professores**. São Paulo: Cortez, 2002.
- COX, K. K. **Informática na Educação Escolar**. Campinas: Autores Associados, 2003.
- CURY, H. N. (Org.). **Formação de Professores de Matemática**: uma visão multifacetada. Porto Alegre: Edipucrs, 2001.
- D'AMBROSIO, U. Prefácio. In: BORBA, M. C.; ARAÚJO, J. L. (Org.). **Pesquisa Qualitativa em Educação Matemática**. São Paulo: Cortez, 2004. p. 11-23.
- D'AMBROSIO, U. **Educação para uma sociedade em transição**. Campinas: Papirus, 1999.
- D'AMBROSIO, U. **Transdisciplinaridade**. São Paulo: Palas Athena, 1997.
- DENZIN, N. K; LINCOLN, Y. S. Introduction: The Discipline and Practice of Qualitative Research. In: DENZIN, N. K; LINCOLN, Y. S. **Handbook of Qualitative Research**. 2nd ed. London: Sage, 2000. p. 1-28.
- DETONI, A. R.; PAULO, R. M. A Organização dos dados da Pesquisa em Cena. In: BICUDO, M. A. V. (Org.). **Fenomenologia**: confrontos e avanços. São Paulo: Cortez, 2000.
- DEWEY, J. **Democracia e Educação**. 3. ed. Tradução de Godofredo Rangel e Anísio Teixeira. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1959.
- DI PINTO, M. A. **Ensino e aprendizagem da Geometria Analítica**: as pesquisas brasileiras da década de 90. 2000. 77. f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) - Faculdade de Educação, Pontifícia Universidade Católica - PUC, São Paulo.
- FERREIRA, A. C. Um olhar retrospectivo sobre a pesquisa brasileira em formação de professores de Matemática. In: FIORENTINI, D. (Org.). **Formação de Professores de Matemática**: explorando novos caminhos com outros olhares. Campinas: Mercado das Letras, 2003. p. 19-50.
- FULLAN, M.; HARGREAVES, A. **A Escola como uma Organização Aprendiz**. Porto Alegre: ArtMed, 2000.
- GATTI, B. **Formação de Professores e Carreira**: problemas e movimento de renovação. Campinas: Autores Associados, 1997.
- GOLDENBERG, M. **A Arte de Pesquisar**: como fazer pesquisa qualitativa em Ciências Sociais. 7. ed. Rio de Janeiro: Record, 2003.
- GUIMARÃES, A. M.; DIAS, R. Ambientes de Aprendizagem: reengenharia da sala de aula. In: COSCARELLI, C. V. (Org.). **Novas tecnologias, novos textos, novas formas de pensar**. 2. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2003. p. 23-42.
- HENRIQUES, A. **O Ensino e Aprendizagem da Geometria Métrica**: uma seqüência didática com o auxílio do Cabri Geomètré II. 1999. 143. f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.

HERNÁNDEZ, F. **Transgressão e mudança na educação**: os projetos de trabalho. Tradução de Jussara Haubert Rodrigues. Porto Alegre: ArtMed, 1998.

HERNÁNDEZ, F.; VENTURA, M. A. **Organização do Currículo por Projetos de Trabalho**: o conhecimento é um caleidoscópio. 5. ed. Porto Alegre: ArtMed, 1998.

JOLY, M. C. R. A. Apresentação. In: JOLY, M. C. R. A. (Org.). **A Tecnologia no Ensino**: Implicações para a aprendizagem. São Paulo: Casa do Psicólogo, 2002. p. 07-09.

LÉVY, P. **A Inteligência Coletiva**: por uma antropologia do ciberespaço. 2. ed. Tradução de Luiz Paulo Rouanet. São Paulo: Loyola, 1999.

LÉVY, P. **A Máquina Universo**: criação, cognição e cultura informática. Tradução de Bruno Charles Magne. Porto Alegre: ArtMed, 1998.

LÉVY, P. **As Tecnologias da Inteligência**: o futuro do pensamento na era da informática. Tradução de Carlos Irineu da Costa. Rio de Janeiro: Editora 34, 1993.

LOURENÇO, M. L. A Demonstração com Informática Aplicada à Educação. In: **Boletim de Educação Matemática** (BOLEMA), Rio Claro, v. 15, n. 18, p. 100-111, set. 2002.

LUDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. **A Pesquisa em Educação**: abordagens qualitativas. São Paulo: EPU, 1986.

MALTEMPI, M. V. Novas Tecnologias e Construção de Conhecimento: reflexões e perspectivas. In: CONGRESSO IBERO-AMERICANO DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA - CIBEM, 5., 2005, Porto. **Anais do V CIBEM**, 2005.

MALTEMPI, M. V. Construcionismo: pano de fundo para pesquisas em informática aplicada à Educação Matemática. In: BICUDO, M. A. V.; BORBA, M. C. (Org.). **Educação Matemática**: pesquisa em movimento. São Paulo: Cortez, 2004. p. 264-282.

MARINHO, S. P. Tecnologia, educação contemporânea e desafios do professor. In: JOLY, M. C. R. A. (Org.). **A Tecnologia no Ensino**: implicações para a aprendizagem. São Paulo: Casa do Psicólogo, 2002. p. 42-62.

MASETTO, M. Mediação pedagógica. In: MORAN, J. M.; MASETTO, M.; BEHERENS, M. A. **Novas Tecnologias e Mediação Pedagógica**. 6. ed. São Paulo: Papirus, 2003.

MERCADO, L. P. L. **Formação Continuada de Professores e Novas Tecnologias**. Maceió: UDUFAL, 1999.

MISKULIN, R. G. S. As possibilidades didático-pedagógicas de ambientes computacionais na formação colaborativa de professores de Matemática. In: FIORENTINI, D. (Org.). **Formação de Professores de Matemática**: explorando novos caminhos com outros olhares. Campinas: Mercado das Letras, 2003. p. 217-248.

MOREIRA, M. A. **Teorias de Aprendizagem**. São Paulo: Pedagógica Universitária, 1999.

MOREIRA, P. C.; DAVID, M. M. S. **A formação Matemática do Professor**: licenciatura e prática docente escolar. Belo Horizonte: Autêntica, 2005.

MUNHOZ, M. **A Impressão e o Sentido Cotidiano de Termos Geométricos no Ensino/Aprendizagem de Geometria Analítica**. 1999. 140 f., Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) - Faculdade de Educação, Pontifícia Universidade Católica - PUC, São Paulo.

OLIVEIRA, C. C.; COSTA, J. W.; MOREIRA, M. **Ambientes Informatizados de Aprendizagem**: produção e avaliação de software educativo. Campinas: Papirus, 2001.

OLIVEIRA, R. **Informática Educativa**: dos planos e discursos à sala de aula. Campinas: Papirus, 1997.

PAIS, L. C. **Educação Escolar e as Tecnologias Informáticas**. Belo Horizonte: Autêntica, 2002.

PAPERT, S. Qual é a grande idéia? Passos em direção a uma pedagogia do poder das idéias. **Teoria e Prática da Educação**, Maringá: DTP/UEM, p. 369-387, 2003. Edição Especial.

PAPERT, S. **A Máquina das Crianças**: repensando a escola na era da informática. Tradução de Sandra Costa. Porto Alegre: ArtMed, 1994.

PAPERT, S. Situating Constructionism. In: HAREL, I.; PAPERT, S. (Ed.). **Constructionism**. Cambridge, MA: MIT Press, 1991. p. 01-11.

PAPERT, S. **Logo**: computadores e Educação. São Paulo: Brasiliense, 1985.

PASSOS, A. Q. **Geometria Analítica - pontos e retas**: uma engenharia didática com software de geometria dinâmica. 2004. 267 f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) - Centro de Ciências Exatas, Universidade Estadual de Londrina, Paraná.

PENTEADO, M. G. Redes de trabalho: Expansão das Possibilidades da Informática na Educação Matemática da Escola Básica. In: BICUDO, M. A. V.; BORBA, M. C. (Org.). **Educação Matemática**: pesquisa em movimento. São Paulo: Cortez, 2004. p. 283-295.

PEREZ, G. Prática reflexiva do professor de Matemática. In: BICUDO, M. A. V.; BORBA, M. C. (Org.). **Educação Matemática**: pesquisa em movimento. São Paulo: Cortez, 2004. p. 250-263.

PETITO, S. **Projetos de Trabalho em Informática**: desenvolvendo competências. Campinas: Papirus, 2003.

PONTE, J. **O computador**: um instrumento da Educação. Lisboa: Texto, 1986.

PONTE, J. P.; OLIVEIRA, H.; VARANDAS, J. M. O contributo das tecnologias de informação e comunicação para o desenvolvimento do conhecimento e da identidade profissional. In: FIORENTINI, D. (Org.). **Formação de professores de Matemática**: explorando novos caminhos com outros olhares. Campinas: Mercado das Letras, 2003. p. 159-192.

POWEL, A. B.; FRANCISCO, J. M.; MAHER, C. A. Uma abordagem à Análise de Dados de Vídeo para investigar o desenvolvimento de idéias e raciocínios matemáticos de estudantes. In: **Boletim de Educação Matemática (BOLEMA)**, Rio Claro, v. 17, n. 21, p. 81-140, abr. 2004.

ROLKOUSKI, E. **Demonstrações em Geometria**: uma descrição dos processos de formação utilizados por alunos de Licenciatura em Matemática em ambiente informatizado. 2002. 165 f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Setor de Educação, Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

ROSA, M. **Role Playing Game Eletrônico**: uma tecnologia lúdica para aprender e ensinar matemática. 2004. 172 f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.

SAVIANI, D. **A Nova Lei da Educação: trajetória, limites e perspectivas**. 7. ed. Campinas: Autores Associados, 2001.

SCHNETZLER, R. Prefácio. In: GERALDI, C. M. G.; FIORENTINI, D.; PEREIRA, E. M. A. (Org.). **Cartografias do Trabalho Docente**: professor (a)-pesquisador(a). Campinas: Mercado das letras, 1998.

SEVERINO, J. A. **Metodologia do Trabalho Científico**. 22. ed. rev. e ampl. São Paulo: Cortez, 2002.

STEFFE, L. P.; THOMPSON, P. W. Teaching Experiment methodology: underlying principles and essential elements. In: LESH, R.; KELLY, A. E. (Ed.). **Research design in mathematics and science education**. Hillsdale, NJ: Erlbaum2000. p. 267-307.

SIDERICOUDES, O. **Formação de profissionais docentes na preparação de jovens para o trabalho com TIC**. 2004. 183 f. Tese (Doutorado em Educação: Currículo) - Faculdade de Educação, Pontifícia Universidade Católica - PUC, São Paulo.

SILVEIRA, M. A.; JOLY, M. C. R. A. A tecnologia e o Ensino Universitário: avaliando perspectivas educacionais. In: JOLY, M. C. R. A. (Org.). **A Tecnologia no Ensino**: implicações para a aprendizagem. São Paulo: Casa do Psicólogo2002. p. 65-79.

SKOVSMOSE, O. Research, practice and responsibility. INTERNATIONAL CONGRESS ON MATHEMATIC EDUCATION-ICME, 10., 2004, Copenhagen, Denmark. **Anais do X ICME**, Copenhagen: UNIPRINT, 2004.

SOUZA, A. C. C. O Sujeito da Paisagem. Teias de poder, táticas e estratégias em Educação Matemática e Educação Ambiental In: BICUDO, M. A. V.; BORBA, M. C. (Org.). **Educação Matemática**: pesquisa em movimento. São Paulo: Cortez, 2004. p. 121-150.

STEINBRUCH, A.; WINTERLE, P. **Geometria Analítica**, 2. ed. São Paulo: Pearson Makron Books, 1987.

TANNOUS. K.; ROPOLI, E. A. Trabalho com projetos como proposta pedagógica em cursos de engenharia química. In: BARBOSA, R. M. (Org.). **Ambientes Virtuais de Aprendizagem**. Porto Alegre: ArtMed, 2005. p. 85-99.

TANURI, L. M.; CARVALHO, L. M.; DIAS DA SILVA, M. H. G. F.; PENTEADO, M. G.; NARDY, R.; LEITE, Y. U. Pensando a Licenciatura na Unesp. **NUANCES: Estudos sobre Educação**, Rio Claro, v. 9, n. 9/10, jan/dez, 2003.

TORRES, R. M. Tendências da formação docente nos anos 90. SEMINÁRIO INTERNACIONAL-NOVAS POLÍTICAS EDUCACIONAIS: CRÍTICAS E PERSPECTIVAS. 2., p. 173-192, 1998, São Paulo: PUC, 1998.

TURATO, E. R. **Tratado da Metodologia da Pesquisa Qualitativa**: construção teórico-epistemológica, discussão comparada e aplicação nas áreas da saúde e humanas. Petrópolis: Vozes, 2003.

VALENTE, J. A. Curso de Especialização em Desenvolvimento de Projetos Pedagógicos com o uso das Novas Tecnologias: Descrição de Fundamentos. In: VALENTE, J. A.; PRADO, M. E. B. B.; ALMEIDA, M. E. B. (Org.). **Educação a Distância via Internet**. São Paulo: Avercamp, 2003a. p. 23-56.

VALENTE, J. A. Desenvolvendo projetos usando as tecnologias da informação e comunicação: criando oportunidades para a construção de conhecimento. **Teoria e Prática da Educação**. Maringá, p. 407-422, 2003b. Edição especial.

VALENTE, J. A. How Logo has contributed to the understanding of the role of informatics in education and its relation to the learning process. **Informatics in education**, Lithuanian, v. 2, n. 1, p. 122-138, 2003c.

VALENTE, J. A. A Espiral da Aprendizagem e as Tecnologias da Informação e Comunicação: repensando conceitos. In: JOLY, M. C. R. A. (Org.). **A Tecnologia no Ensino**: implicações para a aprendizagem. São Paulo: Casa do Psicólogo, 2002. p. 15-37.

VALENTE, J. A. Análise dos diferentes tipos de software usados na Educação. In: VALENTE, J. A. (Org.). **O Computador na Sociedade do Conhecimento**. Campinas: Unicamp/Nied, 1999. p. 89-99.

VALENTE, J. A. O papel do professor no ambiente Logo. In: VALENTE, J. A. (Org.). **O Papel do Professor no Ambiente Logo**: formação e atuação. Campinas: Unicamp/Nied, 1996.

VALENTE, J. A. Por que o computador na educação? In: VALENTE, J. A. (Org.). **Computadores e Conhecimento**: repensando a educação. Campinas: Unicamp/Nied, 1993. p. 24-44.

VENTURI, J. **Cônicas e Quádricas**, 5. ed. Curitiba, 2003. Disponível em <www.geometriaanalitica.com.br>. Acesso: em 05nov2004.

ZULATTO, R. B. A. **Professores de Matemática que utilizam Softwares de Geometria Dinâmica**: suas características e perspectivas. 2002. 129 f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.