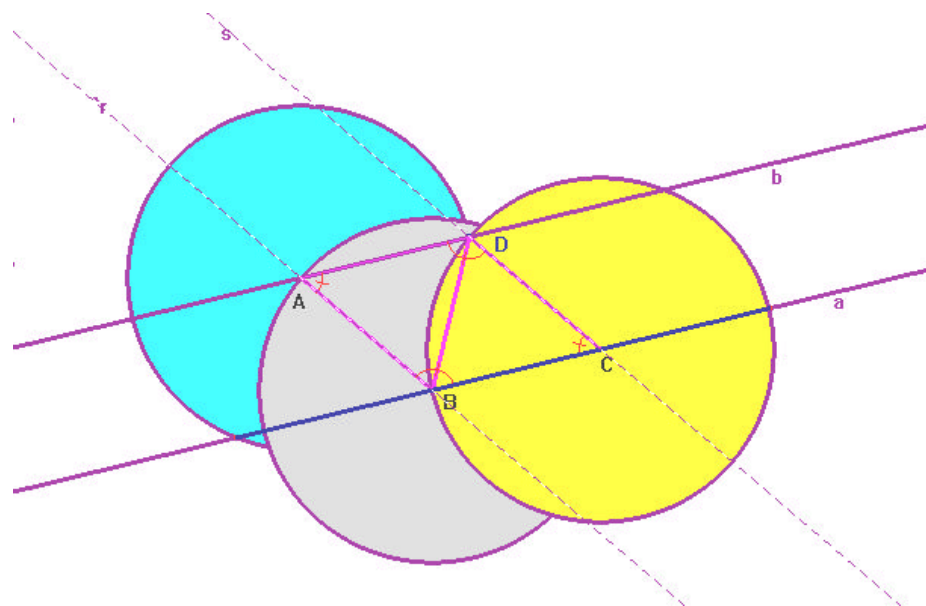


Maria José Araújo Souza

**INFORMÁTICA EDUCATIVA NA
EDUCAÇÃO MATEMÁTICA**



Estudo de Geometria no ambiente
do software Cabri-Géomètre

Dissertação de Mestrado

**Fortaleza - CE - Brasil
Setembro - 2001**

Universidade Federal do Ceará – UFC
Faculdade de Educação - FAGED
Programa de Pós-Graduação em Educação Brasileira

Informática Educativa na Educação Matemática:

Estudo de Geometria no ambiente do software

Cabri-Géomètre

Maria José Araújo Souza

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação Brasileira da Faculdade de Educação da Universidade Federal do Ceará – UFC, como requisito parcial para a obtenção do título de mestre, tendo como orientador o Prof. Dr. Hermínio Borges Neto - UFC.

Fortaleza – Ceará
Setembro - 2001

Universidade Federal do Ceará – UFC
Faculdade de Educação - FAGED
Programa de Pós-Graduação em Educação Brasileira

Informática Educativa na Educação Matemática:
Estudo de Geometria no ambiente do software
Cabri-Géomètre

Maria José Araújo Souza

Prof. Dr. Hermínio Borges Neto - UFC
Orientador

Maria José Araújo Souza
Orientanda

Fortaleza – CE
Setembro - 2001
Universidade Federal do Ceará – UFC
Faculdade de Educação - FACED
Programa de Pós-Graduação em Educação Brasileira

Informática Educativa na Educação Matemática:
Estudo de Geometria no ambiente do software
Cabri-Géomètre

Maria José Araújo Souza

Dissertação defendida em _____ de _____ de 2001.

BANCA EXAMINADORA:

1. _____
Prof. Dr. Hermínio Borges Neto - UFC

2. _____
Prof. Ph.D. Paulo Gileno Cysneiros - UFPE

3. _____
Prof^a. Dr^a. Maria Gilvanise de Oliveira Ponte – UECE

Fortaleza - CE
Setembro - 2001

“É das hipóteses simples que mais devemos desconfiar; porque são aquelas que têm mais possibilidades de passar despercebidas”.

Poincaré

Dedico este trabalho a todos os professores que, com seu árduo trabalho, buscam os ideais da dignidade e liberdade humana.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela vida e pela fé para vencer os obstáculos.

Ao meu orientador, professor e amigo, Prof. Hermínio Borges Neto, por tudo o que tenho aprendido na convivência diária, nas discussões, orientações e trabalhos desenvolvidos juntos, pela paciência, compreensão e direcionamentos. A você, meu carinho, admiração e agradecimentos.

Ao Prof. Alex Sandro Gomes, pelas reflexões e considerações acerca deste trabalho.

Aos professores do Curso de Pós-Graduação da UFC, pelos ensinamentos.

Ao Professor Paulo Gileno e à Professora Gilvanise, pela aceitação ao convite para fazer parte da banca examinadora desta dissertação.

À Diretora do CREDE 06, Profª Joana de Fátima Menezes C. Vasconcelos, pela compreensão, paciência e apoio durante o período de realização do presente ensaio.

Aos amigos e companheiros de trabalho do CREDE 06, em especial aos do NTE - Aglair e Aninha - pela força e apoio em todos os momentos.

Aos amigos e companheiros de pesquisa do Laboratório Multimeios – FACED/UFC, pelas discussões durante a pesquisa que muito enriqueceram este relatório final.

Às alunas do Curso de Pedagogia da UFC, que participaram como voluntárias da pesquisa, viabilizando parte do trabalho.

Aos professores da Escola Estadual Maria da Conceição Porfírio Teles, no nome da Diretora Aurineide Matias da Silva, pela participação no projeto.

Às amigas Marcília, Izabel, Natália e Marta, pelas discussões e contribuições acerca desta busca ora relatada.

Às amigas Aninha, Izabel e Shirleyde, pela amizade e harmoniosa convivência no espaço que dividimos.

À minha família, especialmente aos meus pais, meus primeiros educadores.

A todos os que contribuíam de maneira direta ou indireta para realização deste trabalho.

RESUMO

Trata de um estudo acerca da influência do computador no ensino da Matemática, dando especial ênfase ao trabalho com o software Cabri-Géomètre. Tivemos como objetivo maior identificar dificuldades enfrentadas pelo professor no ensino de Geometria, quando trabalhada com o referido software. Para realizarmos tal intuito, achamos por bem fazer um breve resgate histórico de assuntos relacionados com a temática abordada, a fim de oferecer maior compreensão sobre a realidade atual, através do conhecimento de fatos que influenciaram e continuam influenciando a prática profissional do professor. No desenvolvimento do trabalho, fazemos um estudo ligado aos seguintes subtemas: o ensino da Matemática nas escolas e as tendências e perspectivas atuais da Educação Matemática; uma recuperação histórica do desenvolvimento da Geometria Euclidiana e a sua vinculação ao currículo escolar; o desenvolvimento da informática na educação no Brasil, desde os primeiros projetos na área, até o mais atual, que é o Proinfo,

ênfatizando a sua execuão no Estado do Ceará. Como a pesquisa realizada neste trabalho foi desenvolvida junto ao Tele-Ambiente, projeto executado pela Faculdade de Educaão da Universidade Federal do Ceará – UFC, fazemos então uma caracterizaão do projeto a fim de situar e contextualizar o ambiente de desenvolvimento da pesquisa. Os referenciais teóricos que norteiam este estudo estão ligados à Teoria das Situaões Didáticas de Brousseau, à Seqüência de Fedathi e à Geometria Dinâmica, do software Cabri-Géomètre. Ao finalizar, foi possível percebermos que o ensino da Geometria na escola básica ainda é muito deficiente. Entre os fatores que influenciam este fato, podemos destacar a formaão do professor, que acaba sendo insuficiente, tanto no que diz respeito ao ensino dos conteúdos, quanto aos processos didáticos, teóricos e metodológicos do ensino da Matemática. Acreditamos que, para melhorar essa realidade, é necessário que haja mudanças e adaptaões nos currículos dos cursos que formam professores para o ensino da Matemática, como também nos currículos escolares, tanto no que diz

respeito à utilizaão crítica das novas tecnologias de informaão, como também de um ensino crítico dos conteúdos, numa perspectiva de dar aos educandos uma sólida formaão para que se possam inserir na sociedade de uma maneira crítica, competente, humana, atuante e justa.

ABSTRACT

This work is about a study concerning the influence of the computer in the teaching of the mathematics, giving special emphasis to the work with the software Cabri-Géomètre. We had as larger objective to identify difficulties faced by the teacher in the geometry teaching, when worked with referred him software. For we accomplish such intention, we found for well to do an approached brief historical ransom of subjects related with the thematic, in order to give a larger understanding about the current reality, through the knowledge of last facts that you/they influenced and they continue influencing the teacher's practice professional. In the development of the work we make a study linked to the following under themes: the teaching of the mathematics in the schools and the tendencies and current perspectives of the Mathematical Education; a historical ransom of the development of the Geometry Euclidian and its entail to the school curriculum; the development of the computer science in the education in Brazil from the first projects in the area until the most current that it is Proinfo, emphasizing its execution in the State of Ceará. As the research accomplished in this work was developed the Tele-Ambient, project that comes close to being executed by the Ability of Education of the Federal University of Ceará - UFC, makes a characterization of the project then in order to place and to characterize the atmosphere of development of the research. The theoretical references that direction this study is tied up the Theory of the Didactic Situations of Brousseau, the Sequence of Fedathi and the Dynamic Geometry of the software Cabri-Géomètre. When concluding the work it was possible we notice that the teaching of the geometry in the basic school is still very faulty. Among the factors that influence this fact, the teacher's formation, that ends up being so much insufficient in what can highlight he/she says respect to the teaching of the contents, with relationship to the didactic, theoretical and methodological processes of the teaching of the mathematics. We believed that to improve that reality is necessary that there are changes and adaptations in the curricula of the courses that form teachers for the teaching of the mathematics, as well as in the school curricula, so much in what he/she says respect to the critical use of the new technologies of information, as well as of a critical teaching of the contents, in a perspective of

giving to the students a solid formation so that they can interfere in the society in a critical, competent way, octant and just.

SUMÁRIO

Lista de Quadros.....	Pg. 14
Lista de Figuras.....	15

Lista de Protocolos.....	16
Lista de Anexos.....	17
APRESENTAÇÃO.....	18
INTRODUÇÃO.....	20
Capítulo 1 A EDUCAÇÃO MATEMÁTICA E O ENSINO DA GEOMETRIA	
1.1 Considerações acerca do ensino da Matemática.....	25
1.1.1 Importância do ensino da Matemática na escola.....	25
1.2 Conhecendo a Geometria.....	27
1.2.1 E a Geometria, ensiná-la porquê?.....	29
1.2.2 Breve histórico da Geometria.....	36
1.2.3 A Geometria Euclidiana.....	38
1.2.4 Euclides e o desenvolvimento dos princípios da Geometria.....	39
1.3 Educação Matemática: algumas tendências.....	46
Capítulo 2 REFLEXÕES ACERCA DA DIDÁTICA DA MATEMÁTICA	
2.1 A Didática da Matemática, de Guy Brousseau.....	51
2.1.1 O papel do professor no ensino-aprendizagem da Matemática.....	52
2.1.2 Obstáculos no ensino da Matemática.....	53
2.1.3 A Devolução do Problema.....	54
2.1.4 A Teoria das Situações Didáticas.....	55
2.1.5 As Situações a-didáticas.....	58
2.2 A Seqüência de Fedathi.....	60
2.3 Seqüência de Fedathi e Situações Didáticas: algumas relações.....	66
Capítulo 3 EDUCAÇÃO E INFORMÁTICA	
3.1 Informática no contexto educativo.....	68
3.2 Uma classificação sobre o uso do computador na escola.....	70
3.3 Breve histórico da Informática na Educação.....	71
3.3.1 Nos Estados Unidos.....	72
3.3.2 Em França.....	73
3.3.3 No Brasil.....	75
3.3.4 A Informática na Educação no Ceará.....	76
3.4 A Formação do professor para a utilização das novas tecnologias.....	82
3.5 Conhecendo a Geometria do software Cabri-Géomètre.....	85
3.5.1 Sobre a criação do software Cabri-Géomètre.....	86
3.5.2 Explorando funções do Cabri-Géomètre.....	87
CAPÍTULO 4 DELINEANDO A PESQUISA	
4.1 O que é o Tele-Ambiente ?.....	95
4.2 Descrevendo o Projeto Tele-Cabri.....	98
4.2.1 Etapas de execução do Tele-Cabri.....	100
4.3. Experiências vivenciadas na implementação do Tele-Cabri.....	101
4.3.1 Atividades desenvolvidas no Laboratório Multimeios.....	101
4.3.2 Implementação do Curso de Geometria.....	104
4.3.3 Atividades desenvolvidas na Escola Conceição Teles.....	105
4.4 Descrevendo o Estudo Piloto 1.....	105

4.4.1 Metodologia Aplicada no Estudo Piloto 1.....	106
4.5 A utilização do software ScreenCam como instrumento de apoio a pesquisa em Informática Educativa.....	110
4.5.1 Conhecendo o software Lotus ScreenCam.....	110
4.5.2 O trabalho com o ScreenCam no Tele-Cabri.....	112
CAPÍTULO 5 ANÁLISE DOS DADOS	
5.1 Análise das sessões do Estudo Piloto 1.....	116
5.1.1 Dificuldades no gerenciamento do Computador.....	116
5.1.2 Dificuldades no domínio do software Cabri-Géomètre.....	117
5.1.3 Dificuldades com os conceitos da Geometria.....	123
5.2. Análise do modelo das atividades.....	131
5.3 Classificação dos problemas.....	132
5.4 Tipos de Mediação.....	133
5.5 Análise do Contrato Didático.....	135
5.6 Algumas contribuições para o ensino à distância no Tele-Cabri.....	136
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	141
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	145
8 ANEXOS.....	154

LISTA DE QUADROS

01: Obstáculos no Sistema Didático, segundo Brousseau (1976).....	Pg. 53
--	---------------

02: Esquema representativo de uma Situação Didática.....	60
03: Relação Professor-Aluno-Saber, na Sequência de Fedathi.....	61
04: Estrutura Administrativa do Acompanhamento Pedagógico da Informática Educativa nas Escolas Públicas do Estado do Ceará.....	77
05: Breve histórico do Cabri-Géomètre.....	86
06: Esquema de integração dos subprojetos do Tele-Ambiente.....	97
07: Esquema gráfico da estrutura do Tele-Cabri.....	99
08: Protótipo da homepage do Tele-Cabri.....	104
09: Módulos dos conteúdos do Curso de Geometria do Tele-Cabri.....	104
10: Descrição do perfil das alunas participantes do Estudo Piloto 1.....	108
11: Participação das alunas nas sessões do Estudo Piloto 1.....	108
12: Modelo da atividade da fase de formação do Estudo Piloto 1.....	131
13: Modelo da atividade da fase de coleta do Estudo Piloto 1.....	131

LISTA DE FIGURAS

	Pg.
1: Atividade proposta para professores na disciplina Ensino de Matemática.....	34
2: Esquema representativo da solução da atividade por uma aluna da disciplina Ensino de Matemática.....	35

3: Representação geométrica do Quinto Postulado de Euclides.....	42
4: Construção geométrica de um triângulo equilátero segundo Euclides.....	45
5-A e 5-B: Exemplificação das funções ponto sobre objeto e ponto de intercessão.....	88
6-A e 6-B: Exemplificação do comando de verificação de propriedades.....	89
7-A, 7-B, 7-C e 7-D: Exemplificação do comando compasso.....	89
8-A e 8-B: Exemplo de investigação de propriedades geométricas.....	90
9-A e 9-B: Exemplificação sobre suprimir funções do menu.....	91
10-A e 10-B: Exemplificação de situações de experimentação geométrica	91
11-A e 11-B: Exemplificação de construções algébricas.....	92
12-A, 12-B e 12-C: Exemplificação sobre etapas de construção de uma figura	92
13-A, 13-B e 13-C: Exemplificação sobre o comando ocultar.....	93
14: Tela de abertura do software Lotus ScreenCam.....	110
15: Painel de interrupção visível durante uma gravação no software ScreenCam.....	111
16: Janela de controle dos arquivos do ScreenCam.....	114

LISTA DE PROTOCOLOS

	Pg.
01: Bianca – Mudar de função.....	117
02: Karina – Apagar objetos.....	118

03: Michele – Construir figuras estáveis.....	119
04: Sara – Marcar ponto de intersecção.....	120
05: Bianca – Ocultar objetos.....	121
06: Taís – Arrastar e movimentar objetos.....	122
07: Michele – Circunferência e Arco.....	123
08: Iris – Paralelogramo.....	125
09: Bianca – Retas Perpendiculares.....	126
10: Bruna – Divisão de Segmentos.....	127
11: Michele – Simetria.....	128
12: Taís – Ângulo	129

LISTA DE ANEXOS

	Pg.
01: Cartaz-convite para voluntários do Estudo Piloto 1.....	154
02: Ficha de inscrição para os voluntários do Estudo Piloto 1.....	155

03: Atividade 1 - Paralelas e Perpendiculares.....	156
04: Atividade 2 - Ponto Médio.....	157
05: Atividade 3 - Bissetriz.....	158
06: Atividade 4 - Triângulo Retângulo.....	159
07: Atividade 5 - Paralelogramo.....	160
08: Atividade 6 - Divisão de Segmentos.....	161
09: Atividade 7 - Simetria.....	162
10: Atividade 8 - Semelhança de Triângulos.....	163
11: Atividade da Coleta 1 - Ponte sobre o Rio.....	164
12: Atividade da Coleta 2 - Triângulos e Simetria.....	165
13: Ficha de observação das sessões do Estudo Piloto 1.....	166
14: Ficha de análise das sessões do Estudo Piloto 1.....	168
15: Formulário de Entrevista Final para as Alunas participantes do Estudo Piloto 1.....	169
16: Modelo do protocolo de transcrição dos arquivos do ScreenCam.....	171

APRESENTAÇÃO

O texto que segue é resultado do trabalho junto ao Projeto Tele-Cabri, desenvolvido pela Faculdade de Educação da UFC, juntamente com reflexões e estudos que vimos realizando a partir de experiências vivenciadas em nossa prática docente.

Com ele, pretendemos trazer à tona algumas questões relacionadas ao ensino de Matemática, mais especificamente da Geometria e da Informática Educativa, especialmente no que concerne ao uso do computador como instrumento de apoio para o professor no ensino-aprendizagem da Matemática.

Para melhor compreensão e sequenciamento da problemática estudada, dividimos o texto em cinco capítulos distintos e interligados.

O *Capítulo 1* questiona alguns problemas enfrentados pelo professor no ensino-aprendizagem da Matemática, ressaltando a Geometria Plana, buscando mostrar a importância dessas áreas através de suas raízes históricas e as tendências atuais das pesquisas em Educação Matemática.

O *Capítulo 2* define o quadro teórico utilizado na pesquisa, focaliza basicamente aspectos relevantes da Teoria das Situações Didáticas, de Brousseau, aspectos de uma seqüência metodológica para o ensino de Matemática denominada Seqüência de Fedathi.

O *Capítulo 3* enfatiza a introdução da Informática no contexto educativo, suas raízes históricas no Brasil, fazendo também breve recuperação de seu desenvolvimento no Ceará até a implantação do Proinfo e a Geometria Dinâmica do software Cabri-Géomètre.

O *Capítulo 4* descreve os Projetos Tele-ambiente e Tele-Cabri, nos quais a pesquisa desse estudo está inserida. Detalha as atividades desenvolvidas na pesquisa, bem como a metodologia adotada para a realização do estudo-piloto que constou de intervenções junto a professores em formação do Curso de Pedagogia. Além disso, buscamos mostrar as vantagens identificadas na pesquisa em Informática Educativa com a utilização do software ScreenCam.

O *Capítulo 5* apresenta e analisa os resultados obtidos nas intervenções, buscando compreender as dificuldades encontradas pelo professor, tanto no ambiente do software Cabri-Géomètre, como também, na compreensão de conceitos de

Geometria abordados nas atividades. Evidenciamos ainda elementos que venham a contribuir com o ensino a distância que será propiciado pelo Tele-Ambiente.

Esperamos que esse trabalho possa dar uma contribuição, embora que modesta, para a elaboração de situações didáticas mais eficientes no ensino de Geometria, essencialmente quando trabalhada com o software Cabri-Géomètre.

INTRODUÇÃO

A idéia de que a Matemática oferece mais obstáculos à aprendizagem do que as demais disciplinas, confirmada na prática das salas de aula por muitos e muitos anos, é certamente muito antiga, e, por isso mesmo, tem merecido, nos últimos anos, especial atenção por parte dos educadores matemáticos e dos professores em geral.

Apesar desta atenção, o ensino de Matemática ainda continua sendo proposto de maneira pouco refletida, seja quanto aos conteúdos, métodos de ensino e avaliação. Quando olhamos para as propostas programáticas das últimas décadas, vemos que os objetivos da educação mudaram, passando, por exemplo, pela preparação profissional, por maior cobrança no desenvolvimento do intelecto, dos sentimentos e do físico, pela preparação para a cidadania, pelo desenvolvimento do senso crítico, em todas as fases; contudo, o ensino de Matemática permaneceu basicamente o mesmo e, ainda que algumas propostas façam referências a processos metodológicos, eles pouco mudaram, chegando quase a não alterar a maioria dos livros didáticos e a prática escolar. Fica difícil pensar como aqueles objetivos poderiam ser alcançados se os instrumentos básicos escolares de que dispõem para sua consecução - os conteúdos e os métodos - ficavam invariantes.

Em contraste com esse imobilismo do ensino, a sociedade muda, e muito, no mesmo período. Ressaltamos aqui dois fatores, ambos frutos do desenvolvimento tecnológico, associados a mudanças sociais radicais: a Comunicação e a Informática. Os satélites tornam o acesso à informação um fenômeno instantâneo e mundial. Se até pouco os homens eram receptores passivos das informações, as redes de computador começam a dar a cada usuário a possibilidade de interação. Mudam os transportes, a telefonia; a vida diária é permeada pela presença da Informática e da tecnologia em geral. As relações globais entre os países passam por alterações drásticas. O equilíbrio econômico é instável. As trocas de mercadorias e a convivência com outras culturas são muito mais intensas. O ritmo global de vida, incluindo as relações familiares e profissionais, torna-se outro. Os adultos tentam adaptar-se a esse impacto, as crianças e os jovens crescem sob a influência dessa nova realidade. Para eles, a tecnologia faz parte do mundo cotidiano, são muito mais

soltos na estrutura familiar e social. Desemprego e violência também fazem parte do cotidiano.

A escola, como unidade social, também tem sua dinâmica, seu ritmo, suas relações internas alteradas. Percebe que o “pacote” instrucional antigo, que ela tem tradicionalmente por missão transmitir, já não funciona tão bem, não se adequa a essa nova realidade e às mentalidades de seus alunos. Na falta de uma política global mais ágil, que repense o papel da escola e incorpore gradativamente mudanças necessárias, ela persiste em um certo obsoletismo, lutando por fazer funcionar o modelo antigo, cada vez com maior desgaste e menores resultados.

Se, por um lado, a necessidade por algumas mudanças parece óbvia, há, por outro, certa dúvida: mas os alunos não têm que aprender isso que nós sempre lhes ensinamos?

Torna-se necessário tomar consciência, no global, de que consiste um novo ensino, que deverá satisfazer às demandas da nova sociedade. Entendemos que o conhecimento continua a ser um bem importante, em qualquer sociedade. Sem conhecimento não há serviços, nem progressos, nem mudanças. Sem ele não há (entre muitos outros) professores, médicos, engenheiros, padeiros ou costureiros. Sem ele não há pesquisas visando à melhoria da saúde e das condições gerais de vida.

Por outro lado, o conhecimento que se exige das pessoas na sociedade atual é caracterizado por agilidade e funcionalidade. Façamos a comparação com um curso de Informática, por exemplo: os alunos não irão a um desses cursos para ver, durante um ano ou mais, aspectos teóricos, ou conhecimentos que eles não sabem para que servem nem têm condições de colocá-los logo em prática no computador, mas que os informam de que serão úteis somente mais tarde.

Na sociedade atual, as pessoas enfatizam o aspecto funcional do conhecimento. Querem adquiri-lo por uma aprendizagem e participar dela. Essa consciência ativa, atenta e participante é altamente desejável na sociedade moderna, que não comporta mais, pela diversidade e interrelação das suas funções, sujeitos

meramente treinados em única habilidade, incapazes de discuti-la, modificá-la, adaptá-la e com dificuldade de aprenderem outras.

A escola, entretanto, insiste no modelo antigo, despejando conhecimentos que o aluno irá utilizar “mais tarde”, na maioria das vezes sem questioná-los e contextualizá-los, muitos dos quais o próprio professor desconhece sua importância, por que o está ensinado e como deveria ensiná-lo.

Essas são características desejáveis para o conhecimento que se veicula atualmente: ágil, funcional, participativo, libertador - no sentido de remover barreiras que impeçam a plena criatividade de uma pessoa, sua compreensão dos processos e autonomia de pensamento para resolver situações-problema das mais variadas naturezas.

Frente a este contexto, o presente trabalho tem como intuito trazer à tona e discutir algumas questões referentes ao ensino de Matemática, especificamente na área da Geometria no âmbito da Informática Educativa, numa perspectiva de que estes temas, como um todo, estão subordinados aos objetivos da educação.

- **Envolvimento com o tema**

Nosso interesse em trabalhar com os recursos da Informática no ensino de Matemática, particularmente na área de Geometria, vem de nossa prática como professora dessa disciplina e também de nossa atuação profissional num âmbito mais global.

Desde 1990 passamos a lecionar a disciplina Matemática em séries do ensino fundamental e médio. A partir de 1994, lecionamos por três anos, a disciplina Geometria em uma escola privada de Ensino Fundamental e Médio. Essa experiência foi de grande importância para termos uma visão de como o ensino de Geometria é encarado por professores e alunos. Nessa escola, tínhamos 40% de nossa carga horária destinada a aulas de apoio para tirar dúvidas dos alunos. Nas aulas de apoio, tivemos a oportunidade de nos deparar com as dúvidas mais frequentes dos alunos e

também com situações difíceis de serem explicadas e justificadas pelo professor, os itens que eram menos compreendidos na sala de aula, os depoimentos e desabafos dos alunos sobre suas aulas e sobre seus professores de Matemática.

Junto à experiência de professora, ainda como estudante universitária da graduação, fomos monitora durante dois anos e meio da disciplina Geometria Euclidiana. Nesse período, tivemos parte de nosso trabalho dedicado à realização de cursos mirins de Matemática para alunos de escolas públicas que apresentavam baixo desempenho nesta disciplina.

Durante três anos, fizemos parte de um projeto da PROLICEN (Programa das Licenciaturas), através da Pró-Reitoria de Extensão da Universidade Estadual Vale do Acaraú – UVA, sobre a implantação de laboratórios para o ensino de Ciências e Matemática junto às secretarias de educação municipais da região norte do Ceará.

Em 1996, fomos coordenadora do Laboratório de Informática do Colégio Estadual Dom José Tupinambá da Frota, em Sobral. Nesse período, apesar da preocupação com a aprendizagem curricular dos alunos, os trabalhos que desenvolvemos através de cursos básicos ainda não tinham a percepção da Informática Educativa, e sim da formação profissional, pois 70% dos alunos da escola eram do ensino médio e nossa intenção era, através da Informática, melhor prepará-los para o mercado de trabalho. Em 1998, após concluirmos uma Especialização em Informática na Educação, passamos a integrar o Núcleo de Tecnologia Educacional – NTE do CREDE 06, trabalhando com a formação de professores, agora na perspectiva da Informática Educativa.

Em 1997/98, fomos instrutora de Informática do Centro Vocacional Tecnológico – CVT/Sobral, ministrando cursos de Informática Básica e Aplicada para professores e alunos de escolas públicas.

Desde 1998, lecionamos a disciplina Metodologia do Ensino de Matemática, no Curso de Pedagogia e no Curso de Especialização em Metodologia do Ensino Fundamental e Médio da Universidade Estadual Vale do Acaraú - UVA. Através

dos trabalhos e reflexões junto aos professores, foi possível reconhecermos a necessidade urgente de um forte investimento nos cursos de Magistério e Licenciaturas em Matemática no que diz respeito ao ensino de Matemática e, conseqüentemente, de Geometria.

Lecionamos a disciplina Informática na Educação no Curso de Especialização em Informática Educativa no Campus da UECE – Quixadá, e no Curso de Formação de Professores (Pedagogia) da UVA – Sobral.

Nossas aprendizagens, reflexões e questionamentos em torno das experiências citadas anteriormente, juntamente com nosso compromisso profissional e social, conduziram-nos à construção da temática escolhida para nosso projeto de pesquisa, visando, assim, a poder buscar contribuições para superação dos problemas de ensino com os quais nos deparamos.

- **Objetivos da Pesquisa**

- . **Objetivo geral**

- Analisar as dificuldades do professor na compreensão de conceitos da Geometria Plana, através da resolução de problemas no ambiente do software Cabri-Geómètre.

- . **Objetivos específicos**

- Identificar dificuldades no manuseio do computador e no domínio do software Cabri-Geómètre;
 - Verificar a compreensão dos professores acerca de conceitos da Geometria Plana;
 - Reconhecer aspectos que determinam a evolução da aprendizagem Matemática dentro de uma situação didática que contemple o uso do computador;
 - Identificar elementos que contribuam para o Ensino à Distância, no ambiente computacional.

CAPÍTULO 1

EDUCAÇÃO MATEMÁTICA E O ENSINO DE GEOMETRIA

1.1 Considerações acerca do ensino da Matemática

A educação abrange vários campos do saber. Na escola, estes estão interligados e têm por objetivo a formação do homem em suas várias dimensões (cognitiva, afetiva e social). A Matemática como um saber, ainda que parte dela esteja imersa no cotidiano, é uma disciplina que se apresenta com grandes entraves para a aprendizagem de muitos e situa-se como uma área que necessita ser bem compreendida para que possa ser bem ensinada. O grande desafio é a busca de opções que venham a contribuir na superação das dificuldades encontradas por professores e alunos no ensino-aprendizagem dessa disciplina.

A forma como o ensino de Matemática é tratado na escola nos leva a vários questionamentos que constroem a nossa problemática. Várias perguntas vêm à tona, como, por exemplo: quais são as maiores dificuldades enfrentadas pelo professor no ensino dessa disciplina? Por que um número tão pequeno de alunos aprende Matemática? Por que a Geometria é sempre relegada ao final dos livros? Por que muitos professores se apresentam resistentes ao ensino da Geometria? De que maneira a utilização do computador pode contribuir para que o ensino da Geometria seja mais bem efetivado? Como os professores interagem com as propostas de inovação do ensino, principalmente com o computador?

Os alunos, nas mais diferentes regiões do Brasil, apresentam resultados insatisfatórios quando avaliados em relação a conhecimentos básicos da Matemática, pois, segundo a afirmação de STEGEMANN (1994), o Brasil amargou a penúltima colocação na última avaliação internacional (1992) de desempenho na área de Matemática, realizada com crianças de 9 a 13 anos de 20 países, ficando na frente apenas de Moçambique – uma paupérrima ex-colônia portuguesa da África, com 67% de analfabetos.

STEGEMANN (1994) se refere ainda à opinião dos educadores em relação ao fracasso nos diversos níveis de estudo de Matemática, revelando que estes afirmam que não são os alunos que desconhecem a Matemática, é a Matemática ensinada nas escolas que desconhece a realidade dos alunos. Os currículos e suas propostas metodológicas e principalmente sua exequibilidade ainda se encontram um pouco distantes dos propósitos que deveriam ter para um ensino de Matemática eficiente.

Na verdade, o professor de Matemática continua recitando receitas e fórmulas de maneiras mal-definidas, propriedades não compreendidas que devem ser somente decoradas, apresentando modelos matemáticos prontos sobre os quais os alunos pouco refletem na sua construção. O professor continua valorizando em seu trabalho a memorização e a repetição como única forma de ensinar e aprender, o que faz aumentar o distanciamento e o desinteresse pela Matemática, como também o pouco desenvolvimento do raciocínio matemático. Esse problema não é recente, MORRIS KLINE (1976) também evidenciava tais realidades.

Evidentemente são inúmeros os defeitos do currículo tradicional. O confiar na memorização de processos e provas, os tratamentos díspares de álgebra e Geometria, pequenos defeitos de Lógica, a retenção de alguns tópicos antiquados e ausência de qualquer motivação ou atração explicam a razão porque os jovens não apreciam a matéria e, portanto, porque não saem bem nela (Kline, 1976: pág. 30).

Segundo D'AMBROSIO (1996), esta forma de conceber o ensino de Matemática é oriunda principalmente das deficiências da formação do professor que antecede à sua chegada à sala de aula e é agravada pela falta de capacitação que lhe permita revisar as suas ações como professor que ensina Matemática.

Os alunos dos cursos de Magistério e das Licenciaturas em Matemática são formados para exercer suas funções nas escolas de Ensino Fundamental e Médio, porém, na maioria desses cursos são escassas as disciplinas de Didática da Matemática ou afins que questionem e reflitam os processos de ensino e aprendizagem em Matemática e, quando oferecidas, as instituições encontram dificuldade para encontrar professores formadores para o seu ensino. Assim, os alunos terminam seus cursos e vão para as escolas, reproduzindo o modelo de ensino

no qual foram formados, introduzindo-se ainda em um sistema de pouca abertura para questionamentos e mudanças em sua prática de ensino.

A falta de professores com formação Matemática também é um fator agravante para seu ensino, pois é muito comum vermos as aulas de Matemática sendo ministradas por professores de outras áreas. Com isso, ficamos a nos perguntar: será que o lugar da Matemática no seio das instâncias administrativas, universitárias e escolares é apreciado no seu justo valor?

Se se for considerar o uso do computador como recurso didático no ensino de Matemática, torna-se cada vez mais raro encontrar profissionais habilitados, o que nos leva a confirmar a necessidade dos cursos que formam professores para ensinar Matemática de dar maior ênfase às discussões acerca da Educação Matemática e da Informática Educativa nos processos de ensino-aprendizagem, como uma forma de tentar trazer melhorias para o ensino dessa disciplina.

1.1.1 Importância do ensino da Matemática na escola

A Matemática é um dos campos do saber presente em nossa vida de todas as formas e em todos os momentos e é parte substancial de todo o patrimônio cognitivo da Humanidade. Daí a grande importância de seu ensino em nossas escolas e universidades. Se o currículo escolar deve levar a uma boa formação humanística, então o ensino de Matemática é indispensável para que essa formação seja completa.

É evidente que uma pessoa pode prescindir de conhecimento matemático e mesmo assim ser um grande ator, escritor, jornalista, enfim, um profissional realizado em muitos domínios do conhecimento. Mas certamente, se seu raciocínio matemático não foi desenvolvido, seus horizontes culturais poderão ser mais restritos. A situação é análoga à de uma pessoa que, mesmo possuindo competência Matemática, tenha poucos conhecimentos humanísticos; seus horizontes culturais também serão mais limitados.

O ensino de Matemática é importante também pelos elementos enriquecedores do pensamento matemático na formação intelectual do aluno, seja pela exatidão do pensamento lógico-demonstrativo que ela exhibe, seja pelo exercício criativo da intuição, da imaginação e dos raciocínios indutivos e dedutivos.

O ensino de Matemática se propõe também dotar o aluno de um instrumental necessário no estudo das outras ciências e capacitá-lo no trato das atividades práticas que envolvem aspectos quantitativos da realidade.

A utilidade da Matemática é algo sempre questionado nas aulas dessa disciplina. Acreditamos que não é fácil para o professor justificar essa utilidade de maneira imediata, principalmente quando os alunos ainda não têm maturidade para compreender a amplitude dessa discussão. É uma resposta que necessita de tempo, leitura e experiência para que se possa compreendê-la de maneira clara e convincente, até mesmo para o professor.

Percebemos que o instrumental oferecido pela Matemática, quando bem apreendido, servirá a cada um, quase sempre, de maneira diferenciada. A aplicabilidade dos conhecimentos matemáticos se manifestará em nossa vida de maneira sutil, associados, estes, a outras informações, auxiliando-nos a resolver situações-problema diversificadas, através de soluções distintas, convenientes e possíveis a cada indivíduo.

DAVIS & HEARSH (1985) diz em que geralmente a Matemática é útil para todos, mas, como a variedade de seus usos é grande, valerá a pena ver que significados distintos podem ser dados à palavra útil:

Um Pedagogo, particularmente do tipo clássico, poderá dizer-nos que a Matemática é útil na medida em que nos ensina a raciocinar com precisão. Um arquiteto ou escultor, mais uma vez do tipo clássico, poderá dizer-nos que a Matemática é útil porque conduz à percepção e à criação da beleza visual. Um filósofo poderá dizer-nos que a Matemática é útil na medida em que permite escapar das realidades da vida quotidiana. Um professor poderá dizer que a Matemática é útil, pois lhe fornece pão e manteiga. Um editor de livros sabe que a Matemática é útil, pois lhe permite vender muitos livros-texto. Um astrônomo ou físico dirá que a Matemática é útil, pois ela é a linguagem da ciência.

Um engenheiro civil afirmará que a Matemática lhe permite construir eficientemente uma ponte. Um matemático dirá que, na própria Matemática uma parte será útil quando puder ser aplicada a uma outra (Davis & Hearsh, 1985: pág. 109).

Assim, podemos perceber que apesar dos objetivos curriculares propostos para o ensino da Matemática, outros objetivos estarão integrados a vida de cada um, de maneira pessoal, mesmo quando não temos consciência de que estamos utilizando princípios da Ciência Matemática.

1.2 Conhecendo a Geometria

1.2.1 E a Geometria, ensiná-la por que?

Em tempos muito remotos, um jovem, resolvendo ser espirituoso, perguntou a seu mestre qual o lucro que poderia lhe advir do estudo de Geometria. Idéia infeliz: o mestre era o grande matemático grego Euclides, para quem a Geometria era coisa muito séria. E a sua resposta à ousadia foi arrasadora: chamando um escravo, passou-lhe algumas moedas e mandou que as entregasse ao aluno que a partir daquele momento deixou de ser aluno de Euclides. Esse rapaz é preciso dizê-lo, não foi o único a sofrer nas mãos de Euclides por causa da Geometria. Além dele, muita gente passou maus bocados com o grande grego, inclusive o próprio faraó do Egito. Os problemas de Ptolomeu I surgiram no dia em que pediu a Euclides que adotasse um método mais fácil para ensinar-lhe Geometria e recebeu a lacônica resposta: “Não existem estradas reais para se chegar à Geometria”.

(Tadeu Seabra)

Segundo GÁLVEZ (1996) a Geometria Euclidiana constituiu, durante muitos séculos, um paradigma para o resto da Matemática e inclusive para o restante das ciências. De fato, foi a primeira “axiomatização” na história da Matemática, além de constituir um patrimônio cultural construído pela humanidade.

A Geometria é considerada uma ferramenta para a compreensão, descrição e interrelação com o espaço em que vivemos. A importância de desenvolvê-la na escola é ressaltada por várias causas. Uma delas é que, sem estudar Geometria, os alunos acabam por não desenvolver bem o pensamento geométrico e o raciocínio visual e, sem essa habilidade, eles terão dificuldades para resolver situações de vida que forem geometrizadas; também não poderão se utilizar da Geometria como fator

altamente facilitador para a compreensão e resolução de questões de outras áreas do conhecimento humano. Sem conhecer a Geometria, a leitura interpretativa do mundo torna-se incompleta, a comunicação das idéias fica reduzida e a visão da Matemática torna-se diminuta.

A Geometria está em toda parte, mas é preciso enxergá-la...; mesmo não querendo, lidamos, em nosso cotidiano, com as idéias de paralelismo, perpendicularismo, congruência, semelhança, proporcionalidade, medição (comprimento, área, volume), simetria: seja pelo visual (formas), seja pelo uso no lazer, na profissão, na comunicação oral, cotidianamente estamos envolvidos com a Geometria. Pesquisas psicológicas indicam que a aprendizagem geométrica é muito necessária ao desenvolvimento da criança, pois inúmeras situações escolares requerem percepção espacial, tanto em Matemática como na leitura e na escrita.

O ensino de Geometria comparado com o ensino de outras partes da Matemática, ainda é muito ausente das salas de aula. No Brasil, não apenas na escola elementar, mas também ao longo de todo o Ensino Fundamental e Médio, na prática, seu ensino foi consideravelmente reduzido. Isso decorreu de muitos motivos. Entre eles, MIGUEL & MIORIM (1986) ressaltam os seguintes os fatores:

- A marginalização imposta ao ensino de Geometria em nosso País por parte do Movimento Renovador do Ensino de Matemática, conhecido por "Matemática Moderna" (década de 70), privilegiando a Álgebra em detrimento da Geometria, associando-a a um tratamento árido e inadequado do tema para principiantes no assunto.
- A marginalização imposta pelos manuais didáticos (como consequência do fator anterior) aos tópicos geométricos, tanto em termos de quantidade em relação aos demais assuntos abordados em cada série, como também em termos de relegá-los aos capítulos finais dos livros, aos quais o professor nunca consegue chegar, e ainda sem conexão com os demais temas.
- A ausência, nos currículos dos cursos de formação de professores para o Ensino Fundamental e Médio (Licenciaturas e Magistério), de uma ou mais disciplinas

que visassem à transmissão de conhecimentos geométricos elementares sob um ponto de vista avançado e na perspectiva de quem os deverá trabalhar de forma didática.

- O conseqüente despreparo da grande maioria dos professores que atuam nas escolas no que se refere ao ensino de Geometria.
- A divulgação generalizada (e que acabou se tornando senso-comum entre os professores) da falsa afirmação de que a Geometria é uma parte muito abstrata e de compreensão difícil por parte das crianças.
- O desconhecimento, por parte dos professores, da importância que o ensino de Geometria cumpre na formação e desenvolvimento cognitivo da criança e mesmo na concretização e compreensão de tópicos não geométricos.

Apesar de tentativas solitárias de superação dos fatores ora citados, o ensino de Geometria continua sendo muito negligenciado nas escolas e nos cursos de Magistério. O grande desconhecimento da Geometria por parte dos alunos e até dos professores, nos preocupa, pois, na medida que a escola deixa os alunos sem acesso a conhecimentos importantes, acaba contribuindo para que as desigualdades sociais se acentuem e se perpetuem. De acordo com PAVANELLO (1989):

As escolas das elites se preocupam com o desenvolvimento das capacidades intelectuais, e a ênfase dos processos dedutivos, através dos quais se pretende o desenvolvimento do raciocínio lógico. As escolas para as camadas inferiores são orientadas a preparar os estudantes para o trabalho, por isso, a ênfase em conteúdos básicos e as aplicações práticas dos princípios das ciências (Pavanello, 1989: pág. 34).

Em um artigo intitulado como “Os Dilemas Permanentes da Geometria Escolar”, USISKIM (1994) relata que, em uma Avaliação Nacional dos EUA (1992), menos de 10% das crianças com 13 anos de idade sabiam determinar a medida do terceiro ângulo de um triângulo, dadas às medidas dos outros dois. Observou que em uma questão mais difícil como – determinar a hipotenusa de um triângulo retângulo, dados os dois catetos – foi resolvida por 20% das crianças. Com esse resultado, ressalta que, além do baixo desempenho dos alunos, foi possível

verificar um fator interessante: é que como o Teorema de Pitágoras foi resolvido por mais alunos, deduzimos que ele deve ser mais ensinado do que o Teorema da Soma dos Ângulos Internos. O autor enfatiza que os resultados obtidos ilustram a ligação fundamental entre currículo e desempenho, ou seja, que os alunos aprenderão aquilo que lhes for mais ensinado.

Uma dedução nossa a respeito do resultado da pesquisa, é que, talvez, o fato de mais alunos resolverem o Teorema de Pitágoras em relação ao Teorema dos Ângulos Internos do triângulo seja consequência de um ensino inadequado da Geometria, pois, para encontrar o valor da hipotenusa dados os valores dos dois catetos, os alunos, geralmente, lançam mão de conhecimentos muito mais aritméticos e algébricos, do que geométricos, ou seja, provavelmente eles se utilizarão de propriedades das potências e das equações do 1º grau e não dos entes geométricos da figura (ângulos, lados, medidas). Devemos chamar atenção para o fato de que, além da Geometria ser pouco explorada, alguns tópicos seus mais ensinados acabam sendo explorados de maneira inadequada, ou seja, sem extrair desses tópicos a riqueza do pensamento geométrico.

USISKIM (1994) relata ainda que, para se melhorar o desempenho dos alunos, precisa-se ampliar o grupo de pessoas que desejam estudar Geometria e para ampliar esse grupo, é preciso que haja um número maior de alunos com bom desempenho em seus estudos de Geometria. O autor diz que esses fatos constituem um dilema do tipo “o ovo ou a galinha” e na tentativa de superação desse dilema, sugere alguns passos:

- 1 Especificar um currículo de Geometria para o ensino fundamental e médio, por série.
- 2 Não afastar os alunos da Geometria por eles serem fracos em Aritmética ou Álgebra.
- 3 Exigir do aluno um grau significativo de competência em Geometria.
- 4 Exigir que todos os futuros professores de Matemática, do Ensino Fundamental ou Médio, estudem Geometria na faculdade.
- 5 Tornar clara a semântica usada nas discussões de Geometria.

6 Elevar o nível, a qualidade e a quantidade dos discursos nas discussões sobre Geometria.

7 Analisar, de uma perspectiva curricular, as várias maneiras de formar conceitos em Geometria.

Acreditamos que os sete itens são de grande importância, mas consideramos o item quatro como essencial, pois, se os professores tiverem boa formação geométrica, com certeza, os outros fatores serão atingidos e resolvidos com maior facilidade.

Sabemos que a maior parte dos professores dos cursos de Magistério acabam não tendo possibilidade para aprofundar seus estudos em Geometria. Os professores licenciados em Matemática, mesmo tendo um número significativo de disciplinas que explorem a Geometria, pouco exploram aspectos metodológicos sobre seu ensino. Enquanto não houver esse investimento na formação dos professores e nos currículos dos cursos que os formam, as deficiências formativas dos alunos continuarão. Assim, não podemos esperar que os professores ministrem um conhecimento de maneira eficiente se não foram bem formados na área. O que se percebe na prática é que alguns professores fogem da matéria, e outros, apesar da deficiência formativa, se lançam ao seu ensino, mas, mesmo com sua boa vontade e dedicação, acabam trabalhando alguns conceitos de maneira equivocada ou com pouca base de conhecimentos para assegurar o que estão ensinando.

Essa realidade não é difícil de ser identificada. Tivemos a oportunidade de nos deparar com fatos dessa natureza quando trabalhamos em cursos de formação de professores. Podemos citar um exemplo: em um curso de formação continuada para professores graduados, no qual ministramos a disciplina Ensino de Matemática, perguntamos à turma qual era a área da Matemática, ao nível de ensino fundamental, que mais lhe deixava dúvidas. Não só nessa turma, como também em outras onde trabalhamos, os professores foram unânimes em responder a Geometria.

Logo no início do curso, propusemo-lhes alguns problemas para fazer breve diagnóstico e tentar compreender o tipo de dificuldades sentidas por eles. Dentre os problemas, propusemos a seguinte questão:

Na figura abaixo, sabe-se que o segmento \overline{AB} = diâmetro = 9 cm.
Baseado nesse dado, quanto mede o segmento \overline{FG} ? Justifique.

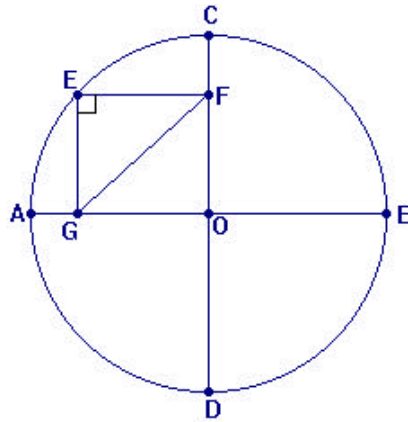


Figura 1

De uma turma de trinta e dois, apenas uma aluna conseguiu chegar à resposta correta, justificando sua resolução por meio de propriedades geométricas. Do restante, 10 conseguiram chegar ao valor numérico da resposta, mas com justificativas insuficientes, baseadas somente no plano visual, sem nenhuma argumentação e dedução do ponto de vista de conceitos geométricos. As soluções obtidas foram as seguintes:

- 1) A aluna que chegou à resposta correta justificou sua resposta por argumentos geométricos: utilizou a estratégia de prolongamento dos segmentos e das propriedades do retângulo, argumentando que $FG=OE=r$ por serem as diagonais do retângulo EFOG, sendo $FG=OE=r$ e se $r=D/2$ então $FG=r=4,5\text{cm}$.

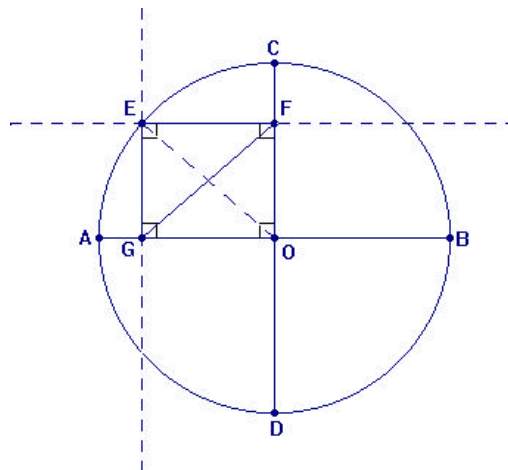


Figura 2

- 2) Os outros dez alunos que chegaram à resposta $4,5\text{cm}$ justificaram apenas que se $D=9\text{cm}$ e era o único valor numérico dado no problema, provavelmente o segmento $FG=4,5\text{cm}$, pois visualmente parecia ser mais ou menos a metade do diâmetro. Podemos perceber, na resposta desse grupo, efeitos de um contrato didático implícito na resolução de problemas em Matemática, onde os alunos começam a operar com os dados do problema mesmo sem estabelecer uma conexão coerente entre os dados numéricos e a interpretação do problema.

O restante do grupo não resolveu o problema, argumentando não ter conhecimento teórico de Geometria para a resolução.

Queremos enfatizar com o exemplo acima que nem a escola básica, nem mesmo a universidade, estão conseguindo atingir os objetivos de ensino no que diz respeito à formação geométrica dos alunos. É preciso amplo e contínuo esforço dos educadores para que mudanças possam ser efetivadas e levadas em frente.

Acreditamos que essas mudanças trazem em parte grande responsabilidade para os grupos de pesquisa em Educação Matemática, pois, nesse momento, as investigações poderão apontar alguns caminhos para ajudar a responder a vários questionamentos acerca das mudanças que deverão ocorrer, como, por exemplo: qual deve ser o currículo geométrico mínimo presente na educação? Qual deve ser o ponto de equilíbrio entre o concreto e o abstrato, o indutivo e o dedutivo, tendo-se em vista uma aprendizagem significativa para o aluno? Como aproveitar os recursos e avanços tecnológicos em favor dessa aprendizagem? Como devem ser feitas as mudanças curriculares dos cursos de formação de professores? Que adaptações devem ser feitas aos livros didáticos e às metodologias de ensino?

1.2.2 Breve histórico da Geometria

Como nosso trabalho enfatiza essa importante parte da Matemática, que é a Geometria, achamos importante trazer à tona um pouco de sua história: como se originou, que necessidades levaram o homem a praticar e reconhecer a Geometria em

seu cotidiano e em suas atividades, sua criação e seu *status* para a ciência e a Matemática.

Afirmações sobre a origem da Matemática, seja da Aritmética, seja da Geometria, são necessariamente arriscadas, pois os primórdios do assunto são mais antigos do que a arte de escrever. Foi somente nos últimos seis milênios, numa carreira que pode ter coberto milhares de milênios, que o homem se mostrou capaz de pôr seus registros e pensamentos em forma escrita.

Heródoto e Aristóteles não quiseram se arriscar a propor origens mais antigas que a civilização egípcia, mas é claro que a Geometria que tinham em mente possuía raízes mais antigas. Heródoto mantinha que a Geometria se originava no Egito, pois acreditava que tinha surgido da necessidade da prática de fazer novas medidas de terras após cada inundação anual no vale do Rio Nilo. Aristóteles achava que a existência no Egito de uma classe sacerdotal com lazeres é que tinha conduzido ao estudo da Geometria (Boyer, 1996: pág. 4).

Na discussão sobre a afirmação anterior, o próprio autor considera as idéias de Heródoto e Aristóteles como representando duas teorias opostas quanto às origens da Matemática: um acreditando que a origem foi a necessidade prática, outro que a origem está no lazer sacerdotal e ritual. Considera, ainda, que o fato de os geômetras egípcios serem às vezes chamados “estiradores de corda” (medidores de terra) pode ser tomado como apoio de qualquer das teorias, pois cordas eram usadas tanto para traçar as bases de templos como para realinhar demarcações apagadas de terras.

De acordo com Boyer, não podemos contradizer nem Heródoto nem Aristóteles quanto à motivação que produziu a Matemática, mas admite que ambos subestimaram a idade do assunto.

O Homem neolítico pode ter tido pouco lazer e pouca necessidade de medir terras, porém seus desenhos e figuras sugerem uma preocupação com relações espaciais que abriu caminho para a Geometria. Seus potes, tecidos e cestas mostram exemplos de congruência e simetria, que em essência são partes da Geometria elementar. Para o período pré-histórico não há documentos, portanto é impossível acompanhar a evolução da Matemática desde um desenho específico até em teorema familiar. Mas idéias são como

sementes resistentes, e às vezes a origem presumida de um conceito pode ser apenas a reaparição de uma idéia muito mais antiga que ficara esquecida (Boyer, 1996: pág. 5).

A preocupação do homem pré-histórico com relações e configurações pode ter origem no seu sentimento estético e no prazer que lhe dava a beleza das formas, razões que muitas vezes motivam também a Matemática de hoje.

Resultados geométricos muito antigos foram encontrados na Índia e chamados de Sulvasutras, ou “regras de corda”. Tratava-se de relações simples, que aparentemente se aplicavam à construção de templos e altares. Pensa-se, atualmente, que a motivação geométrica dos “estiradores de corda” no Egito era mais prática do que a dos seus colegas na Índia; mas sugeriu-se que tanto a Geometria da Índia como a egípcia podem provir de fonte comum - uma Geometria relacionada com ritos primitivos mais ou menos do modo como a ciência se desenvolveu, a partir da Mitologia, da Filosofia e da Teologia.

Boyer ressalta que a teoria da origem da Geometria numa secularização de práticas rituais não está de modo nenhum provada. O desenvolvimento da Geometria pode também ter sido estimulado por necessidades práticas de construção e demarcação de terras, ou por sentimentos estéticos em relação a configurações e ordem. Segundo o autor os começos da Matemática são mais antigos do que as mais antigas civilizações.

1.2.3 A Geometria Euclidiana

A Matemática começa a ganhar contornos de ciência com os gregos da Antiguidade Clássica, nos séculos VII a III a.C.

O conhecimento acumulado até então não passava de regras práticas para resolver problemas concretos. Os gregos sistematizam a Aritmética e a Geometria empíricas das civilizações do Mediterrâneo, principalmente a Egípcia e as da Mesopotâmia. Privilegiam a Geometria como fio condutor de suas investigações. Vivendo não em grandes impérios, mas em cidades-estados, e integrantes da primeira

civilização que desenvolve o conceito de cidadão, os gregos valorizam o indivíduo e a razão, e são os primeiros a relacionar as obras ao nome de seus autores.

Os gregos perceberam o que os egípcios eram capazes de fazer, e assimilaram seus princípios empíricos. Ao contrário dos egípcios, apreciaram a Geometria não apenas em virtude de suas aplicações práticas, mas em razão de seu interesse teórico, desejando compreender a matéria por ela mesma, e não em termos de sua utilidade. A eles não bastou o critério empírico; procuraram encontrar demonstrações dedutivas rigorosas das leis acerca do espaço que governavam as aplicações práticas da Geometria.

Os gregos, em particular Pitágoras e Platão, davam enorme importância intelectual à Geometria, considerando que em sua forma pura e abstrata ela se aproximava bastante da Metafísica e da Religião.

Foi no período entre 600 e 300 a.C. que a Geometria se firmou como um sistema organizado, e muito disso se deve a *Euclides*, mestre na escola de Alexandria (Cidade do Egito), que publicou, por volta de 325 a.C., *Os Elementos*, uma obra com treze volumes, propondo um sistema inédito no estudo da Geometria. Esse trabalho de Euclides é tão vasto que alguns historiadores não acreditaram que fosse obra de um só homem. Mas essas desconfianças não foram suficientes para tirar o mérito de *Euclides*, o primeiro a propor um método para um estudo lógico da Matemática. Esta obra é um dos clássicos que exerceu grande influência no pensamento ocidental, no que diz respeito ao desenvolvimento do método dedutivo e da Matemática.

Euclides sistematizou em *Os Elementos* quase tudo o que a humanidade sabe até hoje sobre pontos, retas, planos, figuras geométricas elementares. Apresentou a Geometria como uma ciência na qual todas as proposições (expressões com que se afirma ou se nega alguma coisa) podem ser logicamente demonstradas a partir de algumas afirmações básicas chamadas postulados e axiomas. A obra de Euclides sintetiza também a Aritmética até então conhecida, estabelece as primeiras relações algébricas e a primeira teoria dos números.

Dos tempos antigos até o século XIX, os *Elementos* de Euclides foram não apenas o livro-texto da Geometria, mas também o modelo daquilo que o pensamento científico devia ser.

1.2.4 Euclides e o desenvolvimento dos princípios da Geometria

Euclides apresenta alguns traços característicos nas técnicas adotadas para desenvolver seus sistemas. Em primeiro lugar, ele anuncia as suas leis em forma universal, não examina as propriedades de uma determinada linha ou figura; pelo contrário, examina as propriedades que todas as linhas ou figuras de uma espécie devem ter. Formula as leis de modo a torná-las rigorosas e absolutas, nunca como simples aproximações. Por exemplo: diz que a soma dos ângulos internos de um triângulo é sempre igual a dois ângulos retos; não fala que se trata de um valor aproximado, mas propõe como algo rigoroso e absolutamente verdadeiro.

O interessante é que Euclides não teve a preocupação em enunciar um grande número de leis geométricas; mas sim em demonstrá-las. Sabe-se que seu livro consiste em demonstrações. Por exemplo, ele não propõe jamais que efetue a soma de ângulos de triângulos reais para verificarmos se a soma é igual à soma de dois ângulos retos. Em seus trabalhos, não aparecem preocupações com experimentos ou observações desse gênero. Em vez disso, apresenta demonstrações, de caráter dedutivo, procurando estabelecer as suas conclusões com o rigor da absoluta necessidade lógica (BARKER, 1969).

Euclides resumiu suas leis em dez premissas básicas: cinco postulados e cinco axiomas (axiomas são premissas evidentes, que se admitem como verdadeiras sem exigência de demonstração. Postulados são proposições não evidentes e não demonstráveis que se admitem como princípio de um sistema lógico).

De acordo com Barker, para os gregos, a diferença entre axiomas e postulados, sob o prisma da credibilidade, está nisto: se uma pessoa duvidasse dos postulados da Geometria, estaria, de fato, cometendo um erro, tornando-se, pois, incapaz para o estudo dessa disciplina, sem, no, entanto, tornar-se incapaz para

outros tipos de estudo (Aritmética, Biologia, Música); se, porém, duvidasse dos axiomas, estaria evidenciando incapacidade para qualquer tarefa intelectual, já que a noção de grandeza é indispensável para quase todas as disciplinas (áreas de conhecimento).

Os *Axiomas e Postulados* de Euclides são os seguintes:

- Os Axiomas:

- 1 – Duas coisas iguais a uma terceira são iguais entre si.
- 2 – Se parcelas iguais foram adicionadas a quantias iguais, os resultados ficarão sendo iguais.
- 3 – Se quantias iguais forem subtraídas das mesmas quantias, os restos serão iguais.
- 4 – Coisas que coincidem uma com a outra são iguais.
- 5 – O todo é maior do que as partes.

- Os Postulados

- 1 - Pode-se traçar uma linha reta de qualquer ponto para qualquer ponto.
- 2 - Qualquer segmento finito de reta pode ser prolongado indefinidamente para constituir uma reta.
- 3 - Dados um ponto qualquer e uma distância qualquer se pode traçar um círculo de centro naquele ponto e raio igual à dada distância.
- 4 - Todos os ângulos retos são iguais entre si.
- 5 - Se uma reta cortar duas outras retas de modo que a soma dos dois ângulos interiores, de um mesmo lado, seja menor que dois ângulos retos, então as duas outras retas se cruzam, quando suficientemente prolongadas.

Podemos ver que as idéias de Euclides diferem muito das concepções indutivas e empíricas adotadas pelos egípcios, pois apresentam rigor científico. BARKER (1969) faz breve discussão a respeito dos postulados de Euclides.

Em suas análises, Barker propõe que os três primeiros postulados de Euclides revelam que ele não está, de maneira direta, discutindo nenhum problema concreto

de mensuração de terras. Observa, com efeito que, em condições reais, não é sempre possível traçar uma reta que passe por dois pontos dados, pois obstáculos vários (montanhas, lagos, edifícios) impedem, muita vez, o traçado. Também não é verdade, nas condições reais, que um segmento seja indefinidamente prolongável. É obvio, por exemplo, que um segmento só pode ser prolongado um pouco para cima e para baixo; mesmo um segmento horizontal só pode ser prolongado até a primeira barreira impenetrável. Não se pode, igualmente, desenhar um círculo cujo centro tenha sido arbitrariamente selecionado e cujo raio seja apreciavelmente grande, pois os obstáculos impedirão, por certo, o traçado. Diz que Euclides sabia de tudo isso, é claro, mas as condições práticas simplesmente não o interessavam.

A concepção de Euclides era de que, em princípio, uma reta poderia ser traçada de modo a ligar dois pontos quaisquer, fosse ou não possível traçá-la em realidade; imaginava que um segmento de reta sempre poderia, em princípio, ser prolongado para constituir uma reta, fosse ou não fosse possível realizá-lo concretamente, e admitia que um círculo sempre seria configurado por um centro e uma distância dada, fosse ou não fosse possível concretizá-lo. Para Euclides, havia um espaço em que inexistiam obstáculos absolutos e em volta do qual inexistiam fronteiras exteriores absolutas.

Analisando o quarto postulado, Barker diz que, a princípio parece que poderia ser dispensado, tão trivialmente verdadeiro é aquilo que assegura. Se dois ângulos retos parece óbvio que são iguais, por que postulá-lo? Segundo Barker, se Euclides tivesse dito que todos os ângulos retos são ângulos retos, teria, de fato, afirmado algo tão trivial que o postulado seria dispensável. Com efeito, a observação seria verdadeira apenas em virtude de sua forma lógica, pois tratar-se-ia de uma verdade lógica, não de uma verdade geométrica. Segundo as concepções de Euclides, entretanto, um ângulo reto pode ser obtido sobrepondo-se duas retas de tal maneira que os ângulos adjacentes sejam iguais. Dessa definição não se deduz, com auxílio da lógica apenas, que os ângulos obtidos dessa maneira sejam sempre iguais. O quarto postulado, por conseguinte, tal como Euclides o coloca, não descreve uma verdade dependente apenas da forma lógica; uma vez que ele será necessário para demonstrações futuras, o geômetra precisou, de fato, enunciá-lo explicitamente, na qualidade de postulado.

Sobre o quinto postulado de Euclides, Barker afirma que este encerra uma lei mais complicada do que as fixadas nos postulados precedentes. Diz que seu significado pode ser compreendido e interpretado através da figura abaixo:

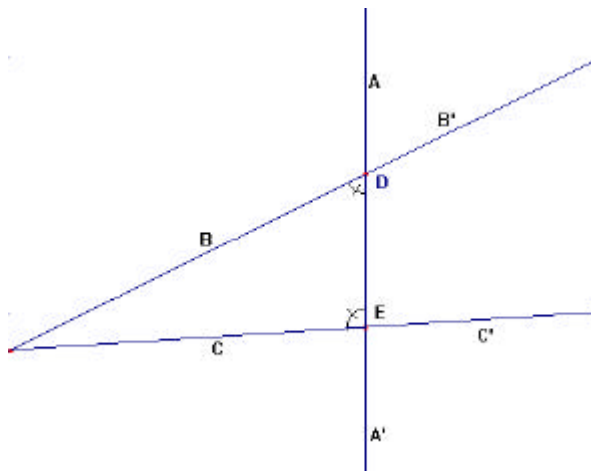


Figura 3

Suponhamos que temos três retas AA' , BB' e CC' , o postulado diz que se AA' cortar BB' e CC' de modo que os ângulos CEA e BDA' , somados, sejam um ângulo menor do que dois ângulos retos, então BB' e CC' hão de cortar-se, desde que sejam suficientemente prolongadas.

De fato, o quinto postulado foi alvo de muitas discussões. Segundo Barker, esse postulado parece anômalo e fora do contexto, dada a sua complicada forma. Ressalta que a formulação desse postulado requer uma sentença muito mais complexa do que as sentenças necessárias para a enunciação dos outros postulados. Diz que a complexidade do quinto postulado assemelha-se à de alguns teoremas demonstrados por Euclides, não possuindo o caráter de óbvia verdade auto-evidente que caracteriza os outros postulados, sendo muito mais intrincado e menos claramente compreensível do que os outros.

Comentadores de Euclides, gregos e árabes, procuraram diversas vezes eliminar o quinto postulado. Buscavam mostrar que este não era independente dos demais; desejavam mostrar que era um teorema dedutível dos quatro primeiros postulados; tentaram mostrar que poderia ser substituído por algum princípio mais simples e mais evidente, princípio esse que passaria a ocupar o quinto postulado. As tentativas, não resultaram satisfatórias. No entanto, outras iniciativas revelaram, que

existem numerosos princípios geométricos capazes de substituir o quinto postulado de Euclides: princípios que, associados aos outros postulados, permitiam a demonstração dos teoremas euclidianos. Assim, o princípio que assevera que *por um ponto situado fora de uma reta só se pode traçar uma paralela à reta dada* é um princípio que pode substituir o quinto postulado de Euclides. Esse princípio ocupou o lugar do quinto postulado em uma versão da Geometria que esteve em voga no século XVIII. O fato de o princípio poder substituir o quinto postulado é responsável pelo nome de “Postulado das Paralelas”.

Outros pensadores, como Sacchieri, Lobachevski e Riemann também levantaram argumentos sobre a validade do quinto postulado, chegando a dar origem a outras Geometrias, denominadas Geometrias Não-Euclidianas. Relatar o estudo desses pensadores nos levaria a um estudo mais aprofundado e a uma grande discussão que fugiria dos objetivos desse trabalho. Portanto, deixamos aqui apenas a sua evidencia.

- As Definições

Segundo Barker, para garantir que os postulados e axiomas fossem interpretados corretamente através do significado das palavras, Euclides apresentou as definições de vários termos que utilizava. Vejamos algumas importantes definições, citadas por Barker e extraídas do Livro Primeiro dos *Elementos*:

- 1- Um ponto é aquilo que não tem partes.
- 2- Uma linha é um comprimento sem largura.
- 4- Uma linha reta é uma linha traçada uniformemente com os pontos sobre si.
- 5- Uma superfície é aquilo que só tem comprimento e largura.
- 7- Uma superfície plana é uma superfície traçada uniformemente com suas retas sobre si.

8- Um ângulo plano é a inclinação, em relação uma com a outra de duas retas de um plano que se cruzam entre si e não estão na mesma reta.

10- Quando uma reta é colocada sobre outra reta de maneira que os ângulos adjacentes sejam iguais, cada um dos ângulos é chamado reto, e a reta superposta diz-se perpendicular à primeira.

14- Uma figura é tudo aquilo que fica delimitado por qualquer fronteira ou fronteiras.

15- Um círculo é uma figura plana fechada por uma linha tal que todos os segmentos que sobre elas estejam e que passem por um ponto determinado do interior da figura sejam iguais entre si.

23- Retas paralelas são linhas retas que, estando no mesmo plano, prolongadas indefinidamente nos dois sentidos, não se cruzam.

De acordo com Barker, os postulados, axiomas e definições constituem os pontos de partida para as demonstrações de Euclides. Destaca que o objetivo de Euclides era demonstrar todos os princípios geométricos, revelando que são decorrências necessárias dos princípios. Outras asserções demonstradas por Euclides não tomaram a forma de leis universais. Essas asserções exprimem tarefas a executar. A rotina apresentada por Euclides torna possível demonstrar que segui-la é executar a tarefa. Vejamos um exemplo que se refere ao tratamento dado por Euclides à proposição I, do Livro Primeiro dos *Elementos*.

Construir um triângulo equilátero, dado um de seus lados.

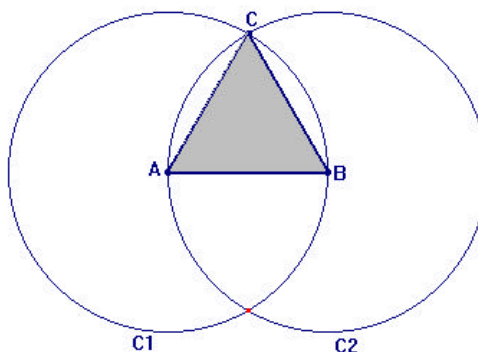


Figura 4

Seja AB o segmento dado. Pede-se um triângulo equilátero, construído sobre AB . Trace-se uma circunferência de centro em A e distância (raio) AB ; seja $C1$ essa circunferência (Postulado 3). Repita-se o processo, tomando-se o centro em B e a distância BA ; obtém-se a circunferência $C2$ (Postulado 3). Sejam traçadas as retas CA e CB , unindo o ponto C , em que as circunferências se cortam, aos pontos A e B (Postulado 1). Ora, sendo A o centro da circunferência $C1$, segue-se que AC é igual a AB (pela definição 15). De modo análogo, sendo B o centro de $C2$, BC é igual a BA (pela definição 15). Como já se mostrou que CA era igual a AB ; logo, os segmentos CA e CB são também iguais a AB . Mas (Axioma 1) CA é igual a CB . Em consequência, os segmentos CA , AB e BC são iguais entre si. Segue-se que o triângulo ABC é equilátero e foi construído sobre um segmento dado, AB .

A demonstração é uma ilustração de como Euclides usava os postulados, os axiomas e as definições, nas demonstrações de teoremas.

Acreditamos que, se o ensino de Geometria fosse iniciado introduzindo as construções geométricas, passaria a ter um aspecto muito mais rico e significativo, levando o aluno a um maior exercício do espírito investigativo e científico, aproximando-o cada vez mais do modelo e do rigor do raciocínio dedutivo iniciado por Euclides.

Uma das maiores contribuições da Geometria Euclidiana é o uso da demonstração, que se refere às propriedades de um espaço puro e formal.

A Geometria foi o campo de treinamento para o pensamento lógico e seu estudo tem sido considerado como capaz de fornecer ao estudante um treinamento básico em tal maneira de pensar.

1.3 Educação Matemática: algumas tendências

Conforme ns referimos anteriormente, as possíveis mudanças para o ensino da Geometria estarão intimamente ligadas ao resultado dos trabalhos desenvolvidos em Educação Matemática, por isso, achamos necessário falar um pouco sobre o que é a Educação Matemática, como se desenvolve e quais seus objetivos.

Há tempos, pesquisadores psicólogos, pedagogos e educadores matemáticos de várias nacionalidades vêm estudando as causas do fracasso do ensino de Matemática e as maneiras de superá-lo. Com esses estudos, formou-se um movimento internacional conhecido como Educação Matemática, o qual vem realizando propostas de mudanças bem-sucedidas nos conteúdos e nos métodos de ensino. Esse movimento vem tentando produzir mudanças nos currículos e formas de ensinar em países do mundo inteiro. Atualmente, uma das nações que mais tem investido nas pesquisas em Educação Matemática é a França. Seus estudos teóricos são, portanto, base importante para as pesquisas que tratam sobre ensino e aprendizagem em Matemática.

São muito recentes os cursos de pós-graduação em Educação Matemática, mostrando que só há pouco tempo começou-se a perceber a necessidade do desenvolvimento de pesquisas, tentando dar subsídios para a correção das falhas formativas existentes nos profissionais envolvidos com o ensino da disciplina Matemática. A Educação Matemática, como área autônoma de estudos e pesquisas, tem poucos anos no Brasil. No entanto, o reconhecimento de sua importância cresce aceleradamente entre nós, haja vista os muitos congressos em Educação Matemática realizados ultimamente em vários pontos do Brasil, sempre com um número cada vez maior de ativos participantes.

A nova proposta tenta reaver a função social do saber matemático. Com base na história da Matemática, podemos perceber que esta não foi simplesmente inventada, mas construída desde os primórdios da humanidade a fim de solucionar

os problemas que foram surgindo na evolução do homem e suas aspirações intelectuais.

No entanto, é preciso que os professores se apropriem cada vez mais dos fundamentos e da história da Matemática, como também de seus significados e aplicações no mundo atual, para que assim tenham possibilidade de pensar e planejar o ensino dessa disciplina de maneira adequada à realidade dos alunos.

Segundo FOSSA & MENDES (1998), a pesquisa em Educação Matemática tem a finalidade geral de desenvolver, testar e divulgar métodos inovadores do ensino da Matemática, assim como elaborar e implementar mudanças curriculares, desenvolver e testar materiais de apoio para o ensino de Matemática, delinear e, se possível, provocar mudanças nas atitudes do aluno e do professor com a Matemática e seu ensino. Os autores destacam algumas tendências e diretrizes atuais da Educação Matemática, que são:

- O uso de jogos no ensino de Matemática
- Estudos psicológicos
- O uso de materiais concretos
- O uso da Etnomatemática
- A resolução de problemas
- A modelagem matemática
- O uso da História no ensino da Matemática
- O uso de computadores no ensino da Matemática

O estudo do uso do computador no ensino da Matemática, ou como ferramenta de investigação cognitiva, ou como maneira de renovar os cursos tradicionais, tem se firmado como uma das áreas mais ativas e relevantes da Educação Matemática. Existem atualmente inúmeros grupos estudando o uso de computadores no ensino de Matemática. Enquanto há grupos desenvolvendo programas de instrução assistida por computadores, em que o ensino por treino e teste é reforçado e enfatizado, há também grupos utilizando a mesma tecnologia para desenvolver um trabalho moderno, baseando-se numa linha psicológica construtivista de aprendizagem. Em geral, as pesquisas procuram criar ambientes de

investigação e exploração Matemática. Exemplos de programas com essa abordagem são os trabalhos com o Logo, o Geometric Supposer, o Cabri-Geómètre, entre outros.

BORGES NETO et alli (1998) destacam a grande importância do computador para o ensino de Matemática quando dizem que:

O computador é um instrumento excepcional que torna possível simular, praticar ou vivenciar verdades Matemáticas (podendo até sugerir conjecturas abstratas), de visualização difícil por parte daqueles que desconhecem determinadas condições técnicas, mas fundamentais à compreensão plena do que está sendo proposto (BORGES NETO et alii, 1998: pág. 149).

D`AMBROSIO (1999) também relata a importância dos recursos tecnológicos na escola e no ensino de Matemática, asseverando que:

A modernização da Matemática nas escolas tornou-se uma preocupação em todos os países, sobretudo em vista da entrada na era da alta tecnologia. Os trabalhadores e a população em geral, e sem dúvida técnicos e cientistas, necessitam de uma Matemática mais Moderna. Novas posturas, novos métodos de ensino e até mesmo novos conteúdos se fazem necessários (D`AMBROSIO, 1999: pág. 5).

LEVY (1993) destaca a importância das mídias para o pensamento humano, quando diz que *"as bibliotecas e as novas interfaces dos computadores não são apenas molduras, mas sim parte ativa do pensamento. Nosso pensamento, embora não determinado, é condicionado pelas diferentes técnicas desenvolvidas ao longo da história"*. Assim, acreditamos no conhecimento matemático como algo também condicionado pelas mídias disponíveis, cada vez mais influenciado pelo uso da Informática, valendo-se principalmente da experimentação como caminho para se chegar às demonstrações e verdades Matemáticas.

Creemos que a Informática e as comunicações dominarão a tecnologia. Neste sentido, o grande desafio para a educação é colocar agora em prática o que vai ser útil em futuro próximo, pois os efeitos da prática de hoje vão se manifestar no futuro, e, se por outro lado, esta foi correta ou não, isso só será notado após o processo e deverá servir como subsídio para uma reflexão sobre os pressupostos

teóricos que ajudarão a rever, reformular e aprimorar o saber/fazer que orienta nossa prática.

Apesar da busca e aplicação de novas formas de ensino oferecidas pela Educação Matemática, ainda é um pouco confuso para os professores o esclarecimento das concepções teórico-metodológicas que fundamentarão o desenvolvimento de seus trabalhos a fim de torná-los consistentes e válidos.

São necessários seriedade, rigor e viabilidade nas pesquisas desenvolvidas em Educação Matemática, a fim de que os resultados possam ser reinvestidos pelos professores em suas aulas, de maneira a elevar sempre a formação matemática do aluno.

A Educação Matemática, segundo D'AMBROSIO (1999), poderia ser caracterizada como uma atividade multidisciplinar, que se pratica com um objetivo bem específico – transmitir conhecimentos e habilidades matemáticas – através de sistemas educativos (formal, não formal e informal).

KLINE (1976) também enfatiza a importância do ensino multidisciplinar. Para o autor, a Matemática deveria ser ensinada fazendo aporte a outras áreas do conhecimento a fim de dar aos alunos maior significado e compreensão acerca do que estão estudando. Para o autor,

Ensinar Matemática como disciplina separada é uma perversão, uma corrupção e uma distorção do verdadeiro conhecimento. Se, por motivos práticos, somos obrigados a separar a aprendizagem em Matemática, Ciências, História e outras matérias, reconheçamos, pelo menos que esta separação é artificial e falsa! Cada matéria é uma abordagem ao conhecimento, e qualquer mistura ou imbricação onde seja conveniente e pedagogicamente útil, é desejável e deve ser bem acolhida (Kline, 1976: pág. 39).

BROUSSEAU (1996) ensina que “o objetivo principal da Educação Matemática não é só a valorização do conteúdo, mas acima de tudo, a promoção existencial do aluno através do saber matemático”.

Para que a Educação Matemática se processe nas salas de aula de acordo com o que Brousseau enseja no parágrafo acima, é necessário, por parte dos professores, maior conhecimento acerca da Didática da Matemática. No capítulo 2, fazemos breve reflexão acerca desta temática.

CAPÍTULO 2

REFLEXÕES ACERCA DA DIDÁTICA DA MATEMÁTICA

Hoje, com o desenvolvimento de inúmeros estudos no campo da Educação Matemática, vemos grande esforço de grupos que se debruçam sobre as discussões acerca do ensino dessa disciplina. Esses têm como intuito buscar soluções para as dificuldades que se nos deparam. Mas, percebe-se, é que ainda é preciso se entender melhor sobre a criação e composição da Matemática e o que se pretende com ela a fim de que se possa ter avanços na área. Com isso, podemos dizer, o que está em

jogo merece um debate público, com decisões prudentes, no qual os experientes da área possam exprimir suas opiniões com base em seus estudos, mas buscando sempre uma relação com o contexto social que vivemos atualmente e o que pretendemos para a sociedade futura.

Com o intuito de buscarmos contribuições para o contexto descrito no parágrafo acima, apresentaremos, neste capítulo uma discussão acerca da Didática da Matemática de Brousseau e de uma sequência teórico-metodológica para o ensino de matemática denominada Sequência de Fedathi.

2.1 A Didática da Matemática, de Guy Brousseau

Muito do que temos de renovação e novas perspectivas na Didática da Matemática atual é em parte, oriundo dos trabalhos desenvolvidos por Brousseau. Quando se fala nesse assunto, seu nome sempre é citado. A teoria desenvolvida por Brousseau é uma referência para a aprendizagem matemática.

Para BROUSSEAU (1996), a didática não consiste em oferecer um modelo para o ensino, mas sim em produzir um âmbito de questões que permita colocar à prova qualquer situação de ensino, corrigir e melhorar as que forem produzidas, formular perguntas a respeito dos acontecimentos. Dentro desse quadro, o trabalho da Didática da Matemática consiste em construir situações bem definidas e que venham a permitir aos alunos aprender a resolver problemas, a fim de provocar a necessidade de construir conhecimentos, compreendendo seus sentidos e significados.

Para Brousseau, o sentido de um conhecimento matemático se define não só pela coleção de situações em que este conhecimento é realizado como teoria Matemática; não só pela coleção de situações em que o sujeito o encontrou como meio de solução, mas também pelo conjunto de concepções que rejeita, de erros que evita, de economias que procura etc.

2.1.1 O papel do professor no ensino-aprendizagem da Matemática

Segundo o autor (op. cit), é essencial que o professor traduza nas situações de ensino da Matemática, pelo menos em parte, o desenvolvimento do trabalho científico. Ressalta que deter o saber matemático não está somente em aprender as definições e os teoremas, mas em buscar e reconhecer ocasiões para aplicá-los e utilizá-los, e, para que isso ocorra, é necessário que o aluno vivencie as etapas trilhadas pelos cientistas.

O trabalho intelectual do aluno deve ser às vezes comparável à atividade científica. Saber Matemática, não é somente aprender definições e teoremas para reconhecer a oportunidade de utilizá-los e aplicá-los, nós sabemos bem que fazer Matemática implica também em que nos ocupemos de resolver problemas. (Brousseau, 1996: pág. 48).

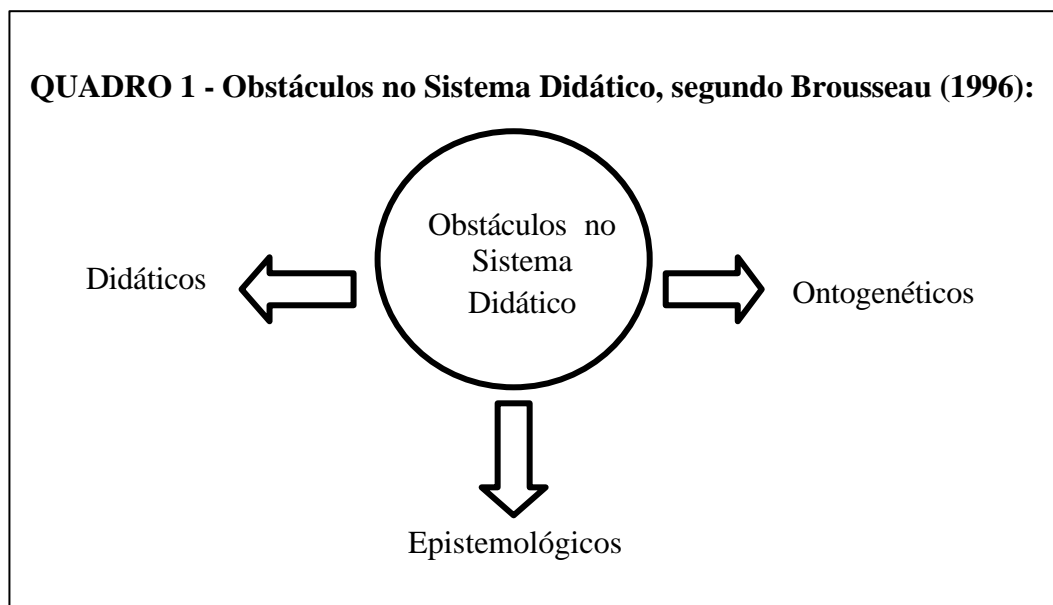
Brousseau, quando enuncia o paralelo entre o trabalho do matemático e o do professor de Matemática, ressalta uma diferença que está na ordem das etapas por eles desenvolvidas; diferencia-os, dizendo que o matemático não comunica seus resultados tal como os obteve, mas os reorganiza, lhes dá a forma mais geral possível; realiza uma prática que consiste em dar ao saber uma forma comunicável, descontextualizada, despersonalizada, fora de um contexto temporal. Enquanto isso, o professor realiza primeiro o trabalho inverso ao do cientista, uma recontextualização do saber: procura situações que dêem sentido aos conhecimentos que devem ser ensinados.

Desta maneira, para transformar suas respostas e seus conhecimentos em saber institucionalizado, o aluno deverá, com a ajuda do professor, re-despersonalizar e re-descontextualizar o saber que produziu, para poder reconhecer no que fez algo que tenha caráter universal, um conhecimento cultural reutilizável.

Para o professor é grande a tentação de pular estas duas fases (re-despersonalizar e re-descontextualizar) e ensinar diretamente o saber como objeto cultural, evitando este duplo movimento, ou seja, apenas apresentar o saber e o aluno se apropriar dele como puder.

2.1.2 Os obstáculos para o ensino da Matemática

Brousseau (1996) distingue, de fato, três origens fundamentais para os obstáculos no sistema didático de ensino de Matemática, conforme podemos observar no Quadro 1:



- uma origem ontogenética correspondente aos obstáculos ligados às limitações das capacidades cognitivas dos alunos envolvidos na aprendizagem;
- uma origem didática para os obstáculos ligados às escolhas do sistema de ensino;
- uma origem epistemológica para os obstáculos ligados a resistência de um saber mal-adaptado, quer dizer, os obstáculos no sentido expresso por Bachelard.

2.1.3 A Devolução do problema

Para Brousseau, quanto mais o professor ocupa o lugar dos alunos, mais contraria o seu projeto. Não pode dizer aos alunos o que quer deles, já que, se o diz e os alunos o fazem, não será porque o tenham pensado. Nesse caso, os alunos não se apropriaram da pergunta, simplesmente fizeram o que o professor desejava. O docente não pode se encarregar de uma série de decisões que deveriam ser tomadas pelo aluno. Desejando que seus alunos obtenham bons resultados, o professor tende a facilitar-lhes a tarefa de variadas maneiras, como, por exemplo, fornecendo-lhes

abundantes explicações, ensinando pequenos truques, algoritmos ou técnicas de memorização, ou mesmo indicando-lhes pequenos passos no problema. Atitudes como essas realizadas pelo professor foram denominadas por Brousseau como “Efeito Topázio”. Para o autor, as pistas e explicações excessivas acabam impedindo a compreensão do aluno acerca dos objetivos da aprendizagem.

Para o professor que vai fazer a comunicação de um conhecimento, Brousseau destaca importante momento no ensino, que denomina como *devolução do problema*. Para o autor, “devolução” é a atividade por intermédio da qual o professor tenta comunicar um problema ao aluno e fazer que ele se sinta responsável para resolvê-lo. Suas intervenções no processo de devolução devem ser direcionadas no sentido de tornar o saber em jogo como universal, livre de pressupostos subjetivos.

Se essa devolução ocorre, o aluno começa a participar do processo e, junto ao professor, solidifica sua aprendizagem. Isso é defendido como uma aprendizagem por adaptação, que Brousseau diz se opor à aprendizagem formal.

Para fazer funcionar um conhecimento no aluno, o professor busca uma situação apropriada; para que seja uma situação de aprendizagem, é necessário que a resposta inicial que o aluno pensa frente à pergunta formulada não seja a que desejamos ensinar-lhe, pois, se fosse necessário possuir o conhecimento ensinado para poder responder, não se trataria de uma situação de aprendizagem, ou seja, quanto mais profundas as modificações dos conhecimentos, mais significativa foi a situação no seu objetivo de ensinar.

Para Brousseau uma situação de aprendizagem deve fazer que o aluno elabore seus conhecimentos como resposta pessoal a uma pergunta e os faça funcionar ou os modifique às exigências do meio e não a um desejo do professor. Uma situação de aprendizagem é uma situação na qual o que se faz tem um caráter de necessidade em relação a obrigações que não são arbitrárias nem didáticas.

2.1.4 A Teoria das Situações Didáticas

Para se compreender melhor o fenômeno da aprendizagem matemática, Brousseau estabeleceu um modelo denominado Teoria das Situações Didáticas. Para ele, as situações didáticas deveriam ser o objeto de estudo da Didática da Matemática. Este modelo diferencia-se de outras teorias pedagógicas, por contemplar aspectos específicos do saber matemático. BROUSSEAU (1986) apud MACHADO (1999: pág. 67) define uma *Situação Didática* da seguinte maneira:

Uma situação didática é um conjunto de relações estabelecidas explicitamente ou implicitamente entre um aluno ou um grupo de alunos, num certo meio, compreendendo eventualmente instrumentos e objetos, e um sistema educativo (o professor) com a finalidade de possibilitar a estes alunos um saber constituído ou em vias de constituição... o trabalho do aluno deveria, pelo menos em parte, reproduzir características do trabalho científico propriamente dito, como garantia de uma construção efetiva de conhecimentos pertinentes.

Para ele, as relações estabelecidas entre professor e alunos, dentro de uma situação didática, são ajustadas através de uma negociação a qual ele denomina *Contrato Didático*. Segundo BROUSSEAU (1996) apud MACHADO (1999: pág. 43):

Chama-se contrato didático o conjunto de comportamentos do professor que são esperados pelos alunos e o conjunto de comportamentos do aluno que são esperados pelo professor... Esse contrato é o conjunto de regras que determinam, uma pequena parte, mas, sobretudo implicitamente, o que cada parceiro da relação didática deverá gerir e aquilo que, de uma maneira ou de outra, ele terá de prestar conta perante o outro.

O *contrato didático*, de maneira implícita ou explícita, define as regras de funcionamento dentro da situação didática, como, por exemplo: distribuição de responsabilidades, determinação de prazos temporais, proibição ou permissão do uso de determinados recursos, comportamentos permitidos, modelos de conteúdo etc.

Segundo Brousseau, a aplicação da teoria das situações didáticas, como metodologia de ensino e pesquisa, deve ter como finalidade averiguar quais características da situação são determinantes para evolução do comportamento dos

alunos e, conseqüentemente, de seus conhecimentos. Isto não significa que só seja de interesse analisar as situações didáticas de êxito, pois, se uma situação didática fracassa em seus propósitos de ensinar alguma coisa, sua análise pode constituir um aporte à didática, se permitir identificar os aspectos da situação que se tornaram determinantes de seu fracasso.

Para a análise e investigação das situações didáticas, Brousseau sugere como uma das fases fundamentais as *análises a priori e a posteriori* das situações. A terminologias estão ligadas ao modelo da engenharia didática e são definidas por ARTIGUE (1988) apud MACHADO (1999: pág. 205), da seguinte forma:

A análise a priori deve ser concebida como uma análise do controle do sentido, pois a teoria das situações didáticas que serve de referência à metodologia da engenharia didática teve desde sua origem a ambição de se constituir como uma teoria de controle das relações entre sentido e situações.

A análise a posteriori é a fase que se apoia sobre todos os dados colhidos durante a experimentação constante das observações realizadas durante cada sessão de ensino bem como das produções dos alunos em classe ou fora dela.

Nessas fases, o pesquisador deve ser capaz de prever os efeitos da situação que elaborou, antes de levá-la à prova (em aula ou em experimentos); só posteriormente comparar suas previsões com os comportamentos observados e as produções obtidas.

Além das análises *a priori* e *a posteriori*, Brousseau sugere para o professor/pesquisador uma “modelização” das situações didáticas, recomendando a identificação de um estágio inicial e de um conjunto de outros estágios possíveis, entre os quais se encontra a fase final que corresponde à solução do problema envolvido na situação. Nos períodos, devem ser analisadas as decisões que podem ser tomadas pelo aluno a cada momento, as estratégias que poderá adotar para chegar ao plano final e o estabelecimento das regras que permitirão passar de uma fase para a outra.

Outro aspecto que facilita a análise das situações didáticas é sua classificação. Brousseau distingue, entre as situações que produz para seus estudos

experimentais, em quatro tipos, cuja sequência, nos processos didáticos que organiza, são as seguintes: *situações de ação*, *situações de formulação*, *situações de validação* e *situações de institucionalização*.

- 1 Situação de ação: um determinado contexto de aprendizagem é uma *situação de ação* quando o aluno, que se encontra ativamente empenhado na busca de solução de um problema, realiza determinadas ações mais imediatas, que resultam na produção de um conhecimento de natureza mais operacional.
- 2 Situação de formulação: numa *situação de formulação*, o aluno já utiliza, na solução do problema estudado, alguns modelos ou esquemas teóricos explícitos além de mostrar um evidente trabalho com informações teóricas de uma forma bem mais elaborada, podendo ainda utilizar uma linguagem mais apropriada para viabilizar esse uso da teoria.
- 3 Situação de Validação: *situações de validação* são aquelas em que o aluno já utiliza mecanismos de prova e onde o saber é usado com esta finalidade. Essas situações estão relacionadas ao plano da racionalidade e diretamente voltadas para o problema da verdade.
- 4 Situações de institucionalização: as *situações de institucionalização* visam a estabelecer o caráter de objetividade e universalidade do conhecimento. O saber tem assim uma função de referência cultural que extrapola o contexto pessoal e localizado...; o professor seleciona questões essenciais para a apropriação de um saber formal a ser incorporado como patrimônio cultural.

Segundo Brousseau, existem casos em que organizar uma situação de ação para um problema criará um obstáculo para sua resolução. Não é necessário organizar ações sempre e para qualquer conhecimento. Uma situação de ação não é automaticamente benéfica para fazer avançar o raciocínio do aluno.

Uma importante parte na análise das situações é a identificação das variáveis didáticas e de seus efeitos. Outro fato importante para as análises de uma situação didática é a sua comparação com outras situações didáticas obtidas por meio

de transformação da primeira. Assim, esforços podem ser concentrados, no sentido de identificar os elementos que devem ser mudados para se conseguir efeitos didáticos diferentes dos que foram obtidos na situação primeira. Pretende-se que assim, após a formulação de várias situações didáticas, se possa chegar a uma situação fundamental, ou seja, aquela que apresente as variáveis capazes de coincidir em qualquer situação na qual intervenha esse conhecimento.

2.1.5 As situações a-didáticas

No desenrolar de uma situação didática, há diversos tipos de variáveis didáticas, entre elas, algumas das quais o professor não tem controle direto. Na maioria das vezes, essas cujo controle direto o professor não possui, estão inseridas no que Brousseau denominou de *situações a-didáticas*. Segundo o autor,

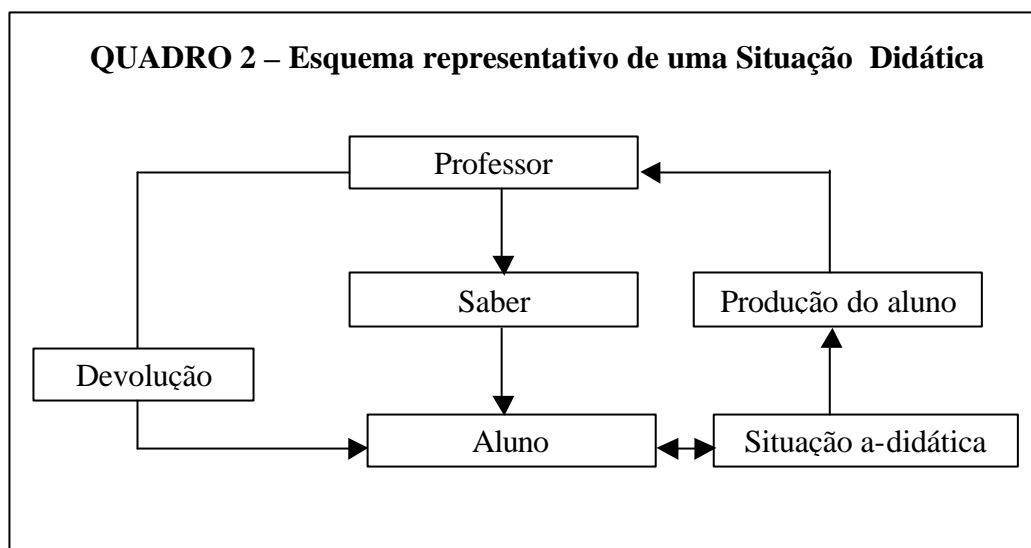
...quando o aluno se torna capaz de pôr em funcionamento e utilizar por si mesmo o saber que está construindo, em situação não prevista em qualquer contexto de ensino e também na ausência de qualquer professor, está ocorrendo então o que pode ser chamado de situação a-didática. (Brousseau, 1996: pág. 111).

A situação a-didática se caracteriza basicamente por momentos do processo de aprendizagem nos quais o aluno trabalha de forma independente, não recebendo nenhum tipo de controle direto do professor. Segundo Brousseau, a-didática não significa negação da didática, mas aparente ausência do professor, numa determinada etapa do contrato didático, durante a qual o aluno trabalha individualmente, ou em grupo, para construir o novo conhecimento.

Para Brousseau, as situações a-didáticas representam os momentos importantes da aprendizagem, pois o sucesso do aluno nestas, será de mérito próprio, ou seja, o que produziu é fruto do que conseguiu sintetizar de um conhecimento. O autor diferencia ainda situação a-didática de situação não-didática, assinalando que: *as chamadas situações não-didáticas são aquelas que não foram planejadas visando uma aprendizagem, nesse caso, o problema surge de forma eventual na vivência pessoal do sujeito.*

A situação a-didática, mesmo não possuindo o controle direto do professor, decorre de um planejamento anterior, numa pretensão de direcionar o aluno para o objetivo pretendido, enquanto nas situações não-didáticas a aprendizagem decorre de problemas eventuais na vida do sujeito, sem nenhum planejamento prévio para aquela aprendizagem.

O trabalho realizado nas situações a-didáticas é forte diferencial em relação ao ensino tradicional que é marcado pela transmissão do saber pelo professor e pelo pouco tempo dedicado ao aluno para descobertas, análises e deduções próprias. Nelas o aluno deve ser sempre estimulado a superar, pelo seu próprio esforço, certas passagens que conduzem o raciocínio rumo à aprendizagem. No Quadro 2, sintetizamos as relações estabelecidas por Brousseau, que definem uma situação-didática.



Há assim uma situação didática cada vez que se pode caracterizar uma intenção de ensinar por parte do professor, e esses mecanismos socialmente definidos são instituídos para este fim. É isso que caracteriza a perspectiva

construtivista, a vontade de colocar o aluno em situação de construir seus conhecimentos, com referência ao problema e não à intenção de ensinar. A presença e a funcionalidade da situação didática onde se tenta reproduzir, em menor escala, o contexto do trabalho científico é que marcam e estabelecem a diferença das práticas pedagógicas tradicionais e esta teoria.

Tudo indica que, para viabilizar um olhar que contemple *a teoria das situações didáticas*, os mais recomendáveis são os *procedimentos metodológicos* em que o professor não o forneça a resposta, fazendo com que o aluno participe efetivamente da elaboração do conhecimento.

A teoria das situações didáticas permite organizar uma leitura dos fatos didáticos, aperfeiçoar as aulas e montar seqüências didáticas adequadas para o ensino da Matemática.

2.2 A Seqüência de Fedathi

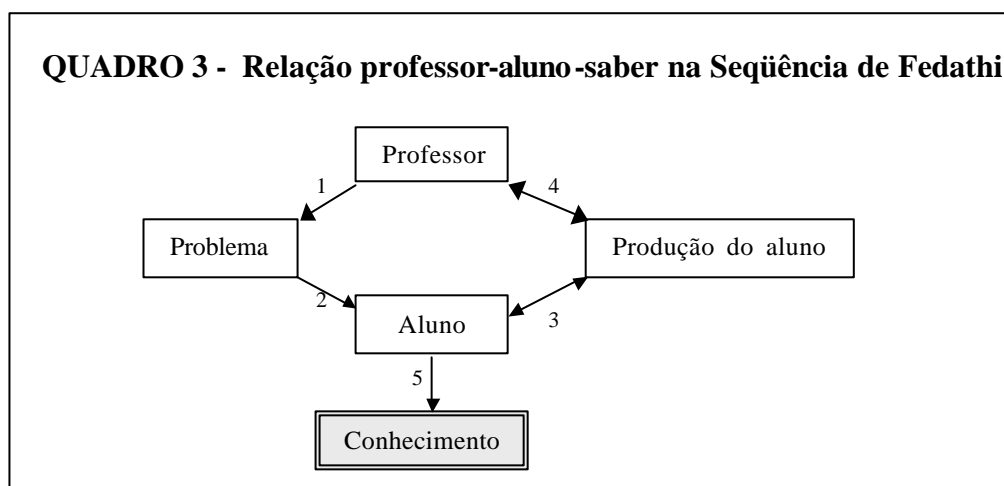
A Seqüência de Fedathi é uma proposta teórico-metodológica apresentada por um Grupo de Educadores Matemáticos do Estado do Ceará, conhecido como “Grupo Fedathi”¹. Esse referencial propõe que os conhecimentos matemáticos sejam ensinados pelo professor, baseados no desenvolvimento do trabalho científico de um matemático.

Segundo BORGES NETO (1996), reproduzir o trabalho do matemático significa abordar uma situação de ensino, levando em consideração as fases de trabalho vivenciadas por esse profissional no desenvolvimento de suas experimentações e produções técnicas. Para BORGES NETO & DIAS (1999) o *aluno reproduz ativamente os estágios que a humanidade percorreu para compreender os ensinamentos matemáticos, sem que, para isso, necessite dos mesmos milênios que a história consumiu para chegar ao momento atual.*

Entendemos que a importância da reprodução desse ambiente na sala de aula se dá pelo fato de possibilitar ao aluno a construção de conceitos, de forma

significativa, através da resolução de problemas, onde suas produções serão o objeto sobre o qual o professor vai partir para conduzir a mediação, a fim de levá-lo a constituir o conhecimento em jogo; nesse processo, o professor deverá levar em conta as experiências vivenciadas pelos alunos e seus conhecimentos anteriores acerca das atividades desenvolvidas.

Apresentamos no Quadro 3 uma síntese entre o professor, aluno e saber na construção de um conhecimento na Sequência de Fedathi.



De acordo com o esquema proposto na figura, o ensino é iniciado pelo professor que deverá selecionar um problema relacionado ao conhecimento que pretende ensinar, podendo também ser iniciado por uma situação proposta pelo aluno (1); a seguir o professor deverá apresentar o problema aos alunos através de uma linguagem adequada (2); com o problema apresentado, os alunos irão explorá-lo na busca de uma solução (3); a solução encontrada deverá ser analisada pelo professor junto ao grupo (4). Os passos 3 e 4 acontecerão alternadamente até que se chegue à construção do conhecimento por parte do aluno (5). Esse momento corresponde à mediação entre o professor-aluno-saber.

No esquema proposto no Quadro 3, ao se deparar com um problema novo, o aluno reproduz os passos que um matemático utiliza ao se debruçar sobre seus ensaios: aborda os dados da questão, experimenta vários caminhos que possam levar à solução, analisa possíveis erros, busca conhecimentos anteriormente adquiridos

¹ Grupo Fedathi – Grupo de Pesquisa em Educação Matemática composto por professores da UECE e UFC e alunos da Pós-Graduação da FACED-UFC.

para ajudar na solução, testa os resultados encontrados para saber onde errou, corrige-se e monta um modelo.

Segundo BORGES NETO et alli (2001), a Sequência de Fedathi tem como princípios a realização de quatro fases básicas: *tomada de posição, maturação, solução e prova*.

1 Tomada de posição: apresentação do problema

Nessa etapa, o professor apresenta o problema para o aluno. O problema deve ter relação com o conhecimento a ser ensinado, o qual deverá ser apreendido pelo aluno ao final do processo; é importante que o problema tenha como um dos meios de sua resolução a aplicação do conhecimento a ser ensinado. A abordagem do problema poderá ser feita de variadas formas, seja através de uma situação-problema escrita ou verbal, de um jogo, de uma pergunta, da manipulação de material concreto; de experimentações em algum software, podendo os alunos trabalharem sobre o problema de maneira individual e/ou em grupo.

Para apresentar o problema, o professor já deve ter realizado, um diagnóstico, a fim de identificar o nível de conhecimento do grupo, principalmente no que diz respeito aos pré-requisitos necessários ao conhecimento que pretende ensinar. Ele será um investigador de sua sala de aula. Deverá levantar questionamentos a fim de apreender as possíveis deficiências dos conhecimentos anteriores que os alunos deveriam possuir.

Na tomada de posição, o professor estabelecerá algumas regras que deverão nortear o trabalho dos alunos. Essas regras devem ir desde as realizações desejadas/esperadas frente ao problema proposto, como também, em relação ao tipo de relações permitidas entre os alunos. O professor deverá esclarecer as dúvidas que surjam e observar o trabalho individual do aluno, ao passo que estimulará o trabalho interativo, de formas colaborativas e cooperativas entre os alunos de um grupo e entre os grupos como um todo.

Nesse momento, é importante que o professor, como agente mediador entre o conhecimento e o aluno, adote uma linguagem acessível, para poder atingir os seus objetivos de ensino e se fazer entendido pelos alunos, pois, vejamos o exemplo: digamos que o professor pergunte ao aluno: Qual a sua graça? Se ele nunca tiver ouvido esse tipo de pergunta, provavelmente não saberá responder, mas se perguntar: Qual o seu nome? Ele com certeza saberá responder. Para alcançar seus propósitos, é tarefa do professor preparar o ambiente, conquistar, orientar e preparar os seus alunos. Assim, o seu planejamento diário será de grande importância para conduzir suas aulas, que necessitarão ter flexibilidade para possíveis adaptações, a fim de garantir a participação da classe como um todo, de vez, que deve buscar ascender os alunos para o mesmo nível de aprendizagem.

2 Maturação: compreensão e identificação das variáveis envolvidas no problema

Essa etapa é destinada à discussão entre o professor e o aluno a respeito do problema em questão; os alunos devem buscar compreender o problema e tentar identificar os possíveis caminhos que possam levá-lo a uma solução. Feitas suas interpretações, os alunos deverão identificar quais são os dados contidos no problema, qual a relação entre eles e o que está sendo solicitado pela atividade.

Nesse estágio, os alunos levantam hipóteses a respeito de suas análises. Quando não houver a iniciativa por parte deles, o professor deverá incitá-los a estabelecerem relações do problema estudado com outros conhecidos por eles, a fim de que possam utilizar os conhecimentos aprendidos, como ferramentas auxiliares na busca de elaboração das soluções.

Durante a maturação do problema, o professor estará atento aos alunos, observando o seu comportamento, interesses, medos, atitudes, raciocínios, opiniões e as estratégias aplicadas na análise e busca da solução da atividade, bem como suas interpretações e modos de pensar, a fim de perceber quando e como mediar e apontar informações necessárias frente às realizações dos alunos.

3 Solução: representação e organização de esquemas/modelos que visem a solução do problema

Nessa etapa, os alunos deverão organizar e apresentar modelos que possam conduzi-los a encontrar o que está sendo solicitado pelo problema; esses modelos podem ser escritos em linguagem Matemática, ou simplesmente através de desenhos, esquemas e até mesmo de verbalizações.

É importante que, durante a realização dessa etapa, aconteçam às trocas de idéias, opiniões e discussões dos pontos de vista entre os alunos e entre os grupos; o professor deverá estimular e solicitar que os alunos expliquem seus modelos e justifiquem a escolha de determinados caminhos, indagando-os sobre a completude dos modelos criados, ou seja, se eles abrangem todas as variáveis do problema e se são suficientes para encaminhá-los à resposta procurada. Nesse momento, faz-se necessário dar tempo aos alunos para pensarem e refletirem sobre essas realizações, avaliarem suas respostas, através de ensaios e erros, e de tentativas para validarem os modelos criados. Esse é um importante momento para os alunos exercitarem sua autonomia e perceberem a importância da participação de cada um no ensino-aprendizagem.

Na montagem do modelo por parte dos alunos, o professor tem um papel fundamental como mediador, pois deverá discutir junto com o grupo as resoluções encontradas, a fim de, juntos, concluírem qual delas é mais adequada para representar e responder o problema proposto. É essencial que nessas discussões fique claro para o grupo quais são as lacunas e falhas dos modelos não adequados para satisfazer o problema, pois, identificando e reconhecendo os erros, os alunos se tornarão capazes de evitá-los em situações posteriores.

É importante que o professor motive os alunos a buscarem algumas formas de verificação dos resultados encontrados. A refutação dos modelos inadequados poderá ser realizada através de contra-exemplos. O professor deverá mostrar para os alunos que a solução ideal deve satisfazer não só o problema em questão ou somente determinadas situações, mas sim o número maior possível de situações que necessitem desse conhecimento para serem resolvidas. Assim, é interessante que

apresente situações-problemas diferentes da inicial para mostrar a limitação dos modelos que se mostraram inadequados ou insuficientes.

É normal que nesse estágio, apenas alguns alunos, os mais afeitos a Matemática, cheguem a respostas corretas, através de soluções variadas, utilizando muitas vezes modelos matemáticos incompletos em relação ao que se pretende ensinar, até porque, se o objetivo da sequência é construir um conhecimento novo para o aluno, dificilmente este já estará fazendo uso do primeiro, pois, na maioria das situações, o conhecimento na forma científica ainda é desconhecido para o grupo, e será nesse momento que o professor começará a delinear o conhecimento científico que será apresentado no estágio da prova.

4 Prova: apresentação e formalização do modelo matemático a ser ensinado

Após as discussões realizadas a respeito das produções dos alunos, o professor deverá apresentar o novo conhecimento como meio prático e otimizado para conduzir a resposta do problema. Nessa fase, a didática do professor será determinante para aquisição do conhecimento por parte dos alunos, pois, além de ter que manter a atenção e motivação do grupo, o professor precisará fazer uma conexão entre os modelos apresentados pelos alunos e o modelo matemático científico; deverá introduzir o novo saber através de sua notação simbólica em linguagem matemática, juntamente com as novas regras inerentes a esse conhecimento. É nessa etapa final, referente à prova, que o novo conhecimento deverá ser compreendido e assimilado pelo aluno, levando-o a perceber que, a partir deste, será possível deduzir outros modelos simples e específicos, para serem aplicados a situações também específicas. É importante que, nessa fase referente à prova, o aluno perceba a importância de se trabalhar com modelos gerais, pois estes irão instrumentalizá-lo para a resolução de outros problemas e situações, contribuindo também para o desenvolvimento de seu raciocínio lógico-dedutivo, tipo de pensamento desejado e necessário para resolvermos, de maneira eficiente e lógica, problemas de nosso dia-a-dia, além de esta ação ser relevante para o desenvolvimento das ciências.

2.3 Sequência de Fedathi e Situações Didáticas: algumas relações

Buscamos aqui estabelecer algumas relações entre a Sequência de Fedathi e a Teoria das Situações Didáticas com a intenção de ressaltar aspectos interativos das duas teorias. Salientamos que, pelo fato de a Teoria das Situações Didáticas, ser oriunda de realidade educacional francesa, a sua aplicação em nosso sistema educativo necessita de algumas adaptações.

É possível que, tanto na Sequência de Fedathi como na Teoria das Situações Didáticas, alguns dos estádios por elas definidos não venham a ser vivenciados por alguns alunos, pois essas passagens dependerão do nível de conhecimento no qual o aluno se encontra. Aqueles que já possuem um tipo de raciocínio mais elaborado serão tentados a pular determinadas etapas, no entanto, é recomendável que todas essas fases sejam exploradas, a fim de que, o professor possa analisar toda a construção do conhecimento por parte dos alunos e não somente o produto final. Entendendo em vista que cada fase tem sua função e contribuição na solidificação do conhecimento. É importante que o professor divida os alunos em grupos, de maneira que, aqueles alunos que possuem suas habilidades de cálculo mais desenvolvidas venham a socializar seu conhecimento com outros colegas da classe, através da realização de tarefas colaborativas e cooperativas, quando todos aprendem e crescem juntos.

Podemos perceber que tanto a Sequência de Fedathi como a Teoria das Situações possuem princípios norteadores de ensino muito parecidos, em que as ações do professor nos estádios da Sequência de Fedathi estão intimamente ligadas aos comportamentos e realizações dos alunos em cada tipo de Situação Didática. Uma das diferenças entre elas é o tipo de elementos teóricos fornecidos por elas, para subsidiar o trabalho do professor/pesquisador, pois, enquanto a Sequência de Fedathi se propõe instrumentalizar o professor como uma metodologia de ensino, a Teoria das Situações Didáticas se apóia na engenharia didática, para ser uma metodologia de ensino e pesquisa, possuindo elementos teóricos de análise previamente definidos como: contrato didático, obstáculos epistemológicos, análises a priori e a posteriori, entre outros.

Quanto ao aspecto destacado por Brousseau, em que o ensino da Matemática deve reproduzir o trabalho científico, este é também reforçado por Borges Neto na Seqüência de Fedathi, quando propõe que o ensino da Matemática seja realizado levando em consideração os estádios de trabalho vivenciados pelo matemático nas suas criações e experimentações teóricas.

Ressaltamos que, pelo fato de a Seqüência de Fedathi ser uma teoria nova, alguns experimentos estão sendo planejados para sua aplicação ainda neste semestre pelos membros do Grupo Fedathi. Esse fato é de grande importância para nós, pois, além da teoria ser oriunda de nossa realidade, os experimentos também serão feitos em escolas e universidades de nossa região, significando, assim, que os resultados obtidos poderão enriquecer ainda mais a teoria da Seqüência de Fedathi, com base nos problemas vivenciados em nossa realidade educacional.

Como este estudo aborda, entre outros tópicos, a influência da Informática na Educação Matemática, no capítulo 3 faremos uma abordagem acerca da Informática na Educação e uma apresentação do software Cabri-Géomètre.

CAPÍTULO 3

EDUCAÇÃO E INFORMÁTICA

3.1 Informática no contexto educativo

... enquanto não foram encontradas formas de convivência alternativas justas e humanas, para além do modelo capitalista atual, não haverá para os países do terceiro mundo outra saída senão lutar para que o maior número possível de cidadãos possa participar de forma digna e humana do processo econômico e cultural mundial. Não se trata de resignar, nem de abandonar a urgente necessidade de reinventar a sociedade com base numa nova utopia mundial, mas de facultar aos cidadãos a máxima participação possível. É preciso, no contexto das condições atuais, lutar por democracia, justiça e igualdade, mas não há esperança de mais participação sem que se conquiste acesso à ciência e tecnologia, alma do modelo econômico atual e instrumento indispensável para a sobrevivência no sistema capitalista internacional.

(Pedro Georgen)

Nos últimos anos, tem-se falado muito no uso do computador no âmbito educativo. Muitas escolas tentam inserir essa máquina no seu ambiente, mas em sua maioria, ainda o fazem de uma forma desarticulada e, em geral, sem um bom planejamento anterior no que diz respeito à preparação de recursos humanos (professores, núcleo gestor, administrativos), financeiros, espaço físico e manutenção dos laboratórios. Segundo CYSNEIROS (1996):

A existência de uma cultura de Informática numa escola significa, em linhas gerais, a utilização freqüente dos recursos por uma parcela significativa das pessoas que compõem os vários grupos da escola e do sistema escolar, idealmente interagindo com a comunidade fora da escola... A formação de grupos de interesse pode ser um elemento significativo para a assimilação da Informática pela escola, devido ao potencial para socialização de problemas, de soluções e de novos conhecimentos específicos da área, pelo registro e troca de informações que afetem o cotidiano do grupo, dentro e fora da escola. (Cysneiros, 1996: pág. 13).

Por outro lado, não há dúvidas quanto à necessidade urgente de que a escola use de forma adequada o computador, que se tem mostrado tão útil em outras áreas. Muitos são os argumentos a favor para que isso aconteça, mas devemos ser cautelosos e conscientes de que isso exigirá mudanças de paradigmas educacionais nem sempre tão simples de ocorrerem.

Na rede pública, os desafios são ainda maiores, em decorrência das condições adversas em que as escolas se encontram e dos projetos políticos governamentais. No entanto, não acreditamos que isso seja argumento contrário para a implantação de um programa de Informática Educativa, desde que ele venha inserido através de um projeto pedagógico resultante de discussões com todos os segmentos escolares envolvidos: professores, diretores, funcionários, alunos e pais, juntamente com representantes das universidades. De acordo com CYSNEIROS (op. cit),

O conhecimento sobre preparação de pessoal e sobre os usos das novas tecnologias da informação na educação ainda é algo relativamente recente em nosso meio (de certo modo em todo o mundo), estando acumulado nas teses e nas publicações de pesquisadores universitários. Os cursos de formação ainda encontram-se numa situação experimental, os alunos sofrem as deficiências da falta de estruturas, de software, de literatura didática. Uma deformação comum, tecnocentrista, é a ênfase em disciplinas de cursos de Informática (fora do contexto para o qual foram pensadas), que certamente terão pouca ou nenhuma utilidade para professores em geral e para os responsáveis pela Informática Educativa na escola. (Cysneiros, 1996: pág. 16).

O computador vem chegando à escola através de contextos e objetivos diferenciados, ou seja, ora para servir de instrumento de apoio aos trabalhos burocráticos, ora para ministrar cursos de Informática, ora para pesquisas individualizadas, dentre outros. As expectativas do professor em relação ao trabalho com a Informática também são bastante variadas, quando eles não têm passado por uma formação e reflexão acerca da Informática Educativa. Destacamos as expectativas mais evidenciadas por professores, as quais obtivemos a partir dos cursos de Informática Educativa que ministramos junto ao NTE:

- Curiosidade e ansiedade para conhecer e utilizar o computador.
- Aprofundar conhecimentos na área da Informática.
- Melhorar sua didática e aperfeiçoar os métodos de ensino.
- Aprimorar-se na arte de ensinar.
- Concretizar o uso do computador como instrumento de auxílio na aprendizagem dos alunos.
- Usar o computador para aperfeiçoamento profissional.

- Participar da evolução da Informática.
- Conhecer e dominar os softwares educativos.
- Dominar a Informática para si e para utilizar com os alunos.
- Auxiliar melhor a aprendizagem dos alunos.

Apesar das expectativas dos professores em relação ao uso do computador no contexto educativo, percebemos que, depois de participarem dos cursos e voltarem para as escolas, poucos são os professores que continuam fazendo uso do equipamento em algum tipo de atividade escolar. Acreditamos que é preciso maior encorajamento e iniciativas por parte do professor, juntamente com os núcleos gestores das escolas para maior uso dos recursos da Informática.

3.2 Uma classificação sobre o uso do computador na escola

Para compreendermos melhor as diferentes formas como o computador tem chegado à escola e qual delas melhor caracteriza a Informática Educativa, BORGES NETO (1999) faz uma classificação sobre a iniciação do computador na escola e seus diferentes usos: *Informática Aplicada à Educação*, *Informática na Educação*, *Informática Educacional* e *Informática Educativa*. Vejamos a seguir em que aspectos elas se diferenciam.

- *A Informática Aplicada a Educação* caracteriza-se pelo uso do computador em trabalhos burocráticos da escola, como, por exemplo, controle de matrícula, de notas, folhas de pagamento, tabelas, digitação de ofícios, relatórios e outros documentos internos da escola.
- *A Informática na Educação* corresponde ao uso do computador através de softwares de apoio e suporte à educação como tutoriais, livros multimídias, buscas na internet e o uso de outros aplicativos em geral. Nesse estágio, geralmente o aluno vai ao laboratório para aulas de reforço ou para praticar atividades de Informática Básica que, na maioria das vezes, não apresentam nenhum vínculo com os conhecimentos trabalhados em sala de aula.

- *A Informática Educacional* indica o uso do computador como ferramenta auxiliar na resolução de problemas. Nesse estágio, as atividades desenvolvidas no laboratório são resultantes ou interligadas a projetos. Os alunos podem fazer uso dos recursos informáticos disponíveis. Aqui, eles executam as atividades, trabalhando sozinhos no computador ou com o auxílio de um professor ou monitor de Informática. Assim, por mais bem planejadas que sejam as atividades geradas pelos projetos, a aprendizagem dos conteúdos acaba não se processando de maneira ideal, pois não há intervenções do professor especialista (Português, Matemática, História, etc.) para conduzir a aprendizagem.
- *A Informática Educativa* se caracteriza pelo uso pleno da Informática como um instrumento a mais para o professor utilizar em suas aulas. Aqui, o professor especialista deve utilizar os recursos informáticos disponíveis, explorando as potencialidades oferecidas pelo computador e pelos softwares, aproveitando o máximo possível suas capacidades para simular, praticar ou evidenciar situações, geralmente, de impossível apreensão desta maneira por outras mídias. Nesse modelo, a Informática exerce o papel de agente colaborador e meio didático na propagação do conhecimento, posta à disposição da educação, através do qual o professor interage com seus alunos na construção do conhecimento objetivado.

De acordo com a classificação do autor, podemos perceber que a Informática poderá ser utilizada na escola através de concepções diferentes em vários tipos de atividades. Entendemos que as quatro concepções são importantes e não se contradizem, mais se complementam, e que a Informática Educativa deve ser considerada como prioritária entre as quatro modalidades, pois, só através dela, poderão ocorrer as contribuições mais significativas para a construção do conhecimento por parte dos alunos.

3.3 Breve histórico da Informática na Educação

A História da Informática na Educação do Brasil data de aproximadamente 30 anos. Nasceu no início dos anos 70, a partir de algumas experiências na UFRJ, UFRGS e UNICAMP. Nos anos 80, estabeleceu-se através de atividades diversas

que permitiram que essa área hoje tenha identidade, raízes sólidas e relativa maturidade. Apesar dos fortes apelos da mídia e das qualidades inerentes ao computador, a sua disseminação nas escolas está hoje muito aquém do que se anunciava e se desejava. A Informática na Educação ainda não impregnou as idéias dos educadores, por isto, não está consolidada no nosso sistema educacional (VALENTE & ALMEIDA, 1997).

Para nos poder situar e compreender melhor o estágio atual da Informática no contexto educativo, achamos por bem conhecer os fatos anteriores que influenciaram essa trajetória, a fim de que, conhecendo melhor essas ações do passado, possamos tomar atitudes mais coerentes sobre a realidade atual.

De acordo com MORAES (1997b) e VALENTE & ALMEIDA (1997) os dados abaixo citados construíram a trajetória da Informática na Educação no Brasil e nos dois países que mais influenciaram aqui esse processo: Estados Unidos e França.

3.3.1 Nos Estados Unidos

Nos Estados Unidos, o uso de computadores na educação é completamente descentralizado e independente das decisões governamentais. O uso do computador nas escolas é pressionado pelo desenvolvimento tecnológico e pela competição estabelecida pelo livre mercado das empresas que produzem software, das universidades e das escolas. As mudanças de ordem tecnológica são sensíveis, mas não têm correspondência com as mudanças pedagógicas. (VALENTE & ALMEIDA, 1997)

O uso de computadores na educação dos Estados Unidos iniciou-se por volta de 1970 com experiências muito parecidas com as do Brasil, inclusive os computadores utilizados eram do mesmo tipo. Inicialmente, o número de escolas que aderiu ao processo foi pequeno, por outro lado, as universidades já tinham avançado muito com suas experiências. O aparecimento dos microcomputadores no início dos anos 80 permitiu maior disseminação dos microcomputadores nas

escolas. No entanto, essa proliferação dos microcomputadores não produziu mudanças pedagógicas.

Nas escolas de Ensino Fundamental e Médio, o computador é amplamente utilizado para ensinar conceitos de Informática ou para "automação da instrução" através de software educacionais dos tipos tutorial, exercício e prática, simulação simples, jogos, livros animados. Os resultados desse tipo de uso têm sido questionados em termos do custo e dos benefícios educacionais alcançados (JHONSON apud VALENTE & ALMEIDA, 1997: pág. 48)

A formação dos professores voltada para o uso pedagógico do computador nos Estados Unidos não aconteceu de maneira organizada e sistemática como em França, pois foram treinados somente para o uso de softwares, em vez de participarem de cursos de formação de caráter pedagógico. Mesmo nos dias de hoje, a preparação dos professores continua sendo feita de maneira a atuarem em um sistema transmissor de informações, não havendo, portanto, mudanças no paradigma educacional.

3.3.2 Em França

A marca da cultura francesa sobre nossas terras e mentes é bastante conhecida. Seu charme, sua cultura, filosofia e política têm sido parâmetros para avaliarmos o que de bom é produzido por lá. Na Informática na Educação, a França foi o primeiro país ocidental que se programou como nação para enfrentar e vencer o desafio da Informática na Educação e servir de modelo para o mundo (VALENTE & ALMEIDA, 1997).

Os primeiros programas nacionais de Informática na Educação, na década de 70, geraram um debate em torno de questões como: deve-se formar para a Informática ou com a Informática? A Informática deve ser objeto de ensino ou ferramenta no ensino?

Inicialmente, os programas desenvolvidos em Informática na Educação da França não tinham como objetivo mudanças pedagógicas, mas sim a preparação do

aluno para ser capaz de usar a tecnologia da Informática. Apesar disso, a França avançou em muitos aspectos da Informática aplicada na educação e não é possível ingressar nesse trabalho sem consultar esse País.

A preocupação que tiveram para formar jovens capazes de se adaptarem a diferentes situações que iriam enfrentar no decorrer de suas vidas, tentando dar-lhes uma formação básica polivalente, transformou-se em um plano de intenções e ações concretas, nos quais o uso de recursos tecnológicos se fez cada vez mais presente. Assim, a tendência interdisciplinar prontificou-se no domínio da Informática e desenvolveu potencialidades de uma educação mais aberta e articuladora.

O uso das tecnologias da informação e comunicação impôs mudanças nos métodos de trabalhos dos professores, gerando alterações pedagógicas que não tinham sido planejadas.

Entretanto o que mais marcou o programa de Informática na Educação da França foi a preocupação com a formação dos professores. Desde 1970, a formação de professores e técnicos das escolas foi considerada como condição principal para uma verdadeira integração da Informática à Educação. Outra preocupação do programa francês tem sido o de garantir a todos os indivíduos o acesso à informação e ao uso da Informática. Atualmente, isso é reforçado pelos projetos de implantação de redes de computadores e de comunicação a distância para a educação e a formação.

Em diferentes países, a introdução de computadores nas escolas não produziu o sucesso esperado, ou seja, os projetos ambiciosos, em grande escala, não têm conduzido aos objetivos programados, mesmo quando deixados ao sabor do livre mercado, como no caso dos Estados Unidos ou quando são bem planejados em termos de público-alvo, equipamentos, materiais, software, meios de distribuição, instalação e manutenção, como é o caso da França.

Como já citamos, os projetos de Informática Educativa desenvolvidos no Brasil tiveram uma grande influência dos Estados Unidos e França. Os projetos anteriores ao Proinfo tiveram um caráter mais tecnicista, como os dos Estados

Unidos, não somente por isso, mas também porque os projetos político-administrativos não tiveram continuidade. Quanto ao Proinfo, apesar de seu projeto inicial dar grande ênfase aos aspectos pedagógicos, tentando buscar agora maior inspiração no modelo francês, as questões político-administrativas continuam inviabilizando sua realização conforme o projeto inicial. Assim, correremos mais uma vez o sério risco de que mais um projeto com um alto investimento de recursos públicos fique inviabilizado por não levar em frente os propósitos e objetivos educativos devidos e previamente definidos.

3.3.3 No Brasil

1966 - Originaram-se na UFRJ o Núcleo de Computação Eletrônica - NCE, criado através do Departamento de Cálculo Científico; o Núcleo de Tecnologia Educacional para a Saúde – NUTES, e o Centro Latino Americano de Tecnologia Educacional - CLATES.

1980 - Novas experiências surgiram na UFRS apoiadas na teoria de Jean Piaget e nos estudos de Papert, destacando-se o trabalho realizado pelo Laboratório de Estudos Cognitivos do Instituto de Psicologia - LEC/UFRGS, que explorava a linguagem do computador, usando a linguagem Logo.

1984 - Criação do EDUCOM – projeto-piloto em universidades como UFRS, UFRJ, UFPE, UNICAMP, entre outras; foi um dos marcos principais da geração de base científica e formulação da política nacional de Informática Educativa.

1988/1989 - Implantação dos seguintes centros de apoio: Centros de Informática Aplicada à Educação de 1º e 2º Grau - CIED (centros de suporte nas secretarias estaduais de educação), Centros de Informática na Educação Tecnológica - CIET (nas escolas técnicas federais) e os Centro de Informática na Educação Superior - CIES (nas universidades);

Outubro/89 - Instituição do Programa Nacional de Informática Educativa PRONINFE na Secretaria Geral do MEC.

Abril/97 - Lançamento do Programa Nacional de Informática na Educação - PROINFO.

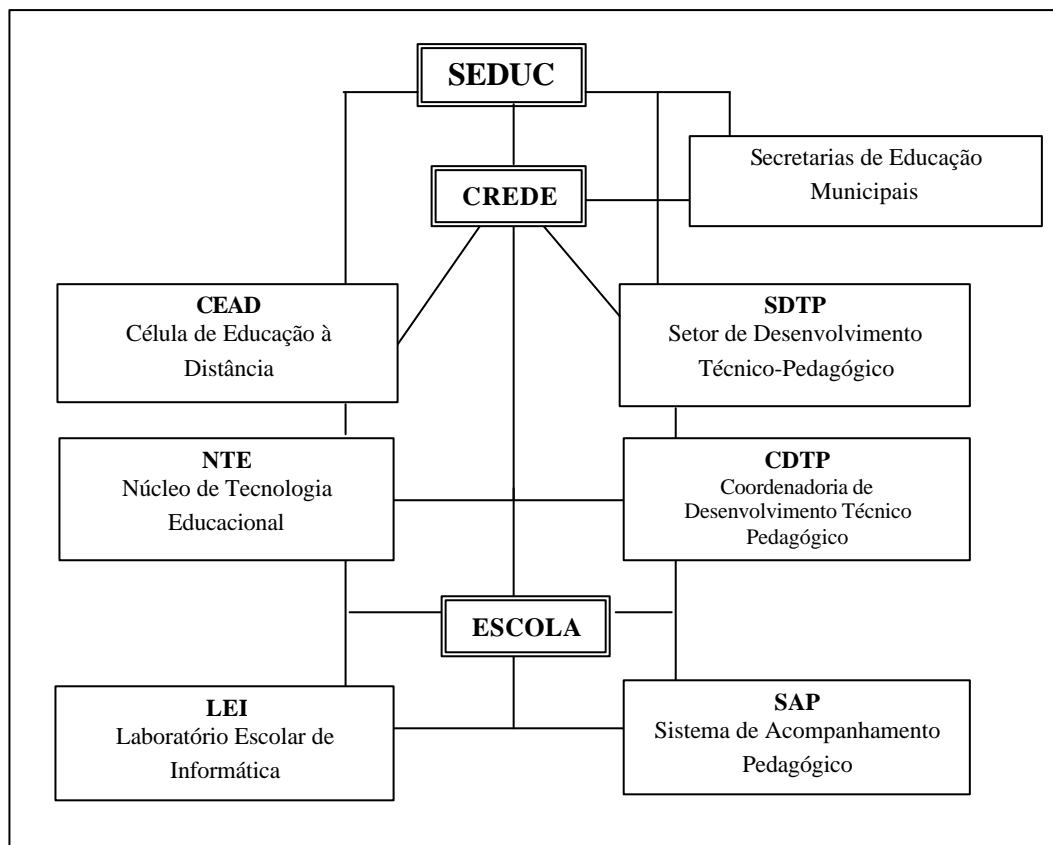
3.3.4 A Informática na Educação no Ceará

Para proceder a esse apanhado sobre a Informática na educação no Estado do Ceará, achamos necessário fazer uma breve explanação a respeito da estrutura administrativa das escolas, juntamente com os setores responsáveis para fomentar esse trabalho.

Atualmente, a administração das escolas da Rede Pública Estadual do Ceará está delegada aos Centros Regionais de Desenvolvimento da Educação - CREDE's, entidades oficializadas em 1997, que substituíram as antigas Delegacias Regionais de Educação - DERE's, e que desenvolvem seus trabalhos juntamente com as Secretarias Municipais de Educação.

O Estado do Ceará possui 21 CREDE's, sendo cada um deles responsável pelo acompanhamento da educação escolar dos municípios circunvizinhos à sua sede. Com a finalidade de estabelecer um trabalho mais conjunto e unitário, os CREDE's discutem seus projetos através das um grupo maior denominado macro-região (união dos CREDE's geograficamente mais próximos), sendo o órgão dirigente maior a Secretária da Educação Básica do Estado do Ceará - SEDUC.

O Quadro 4 mostra a relação entre os segmentos envolvidos na administração da educação no âmbito estadual e os setores responsáveis pelo acompanhamento da Informática Educativa.



QUADRO 4 - Estrutura Administrativa do Acompanhamento Pedagógico da Informática Educativa nas Escolas Públicas do Estado do Ceará

No Ceará, os Núcleos de Tecnologia Educacional - NTE's implantados através do Programa de Informatização das Escolas Públicas - PROINFO, estão situados nas dependências dos CREDE's, totalizando 21 NTE's que atendem a 147 escolas beneficiadas com o Laboratório Escolar de Informática - LEI (na 1ª fase do Projeto).

Como o Proinfo é um projeto de largo alcance, pois foi proposto para todos os estados do Brasil, acreditamos que é importante termos uma visão de como ele vem sendo executado no Estado do Ceará e que fase se encontra atualmente. Destacaremos abaixo, algumas iniciativas ligadas ao Proinfo no Ceará.

JANEIRO/97 - Elaboração do Projeto Estadual de Informática na Educação "Tempos de Aprender".

JUNHO/97- Seleção das escolas beneficiadas com os LEI's.

JANEIRO a JUNHO/98 - Realização do I Curso de Especialização em Informática na Educação para professores-multiplicadores dos NTE's. O curso foi ministrado pelas Faculdades de Educação- FACED/ Faculdade de Computação da Universidade Federal do Ceará - UFC e oferecido para 40 professores, provenientes dos CREDE's de Fortaleza, Iguatu, Sobral, Crato, Crateús, Tauá, Itapipoca, Quixadá e da Prefeitura Municipal de Fortaleza.

AGOSTO/98 - Elaboração, pelos professores-multiplicadores do Projeto de Trabalho dos NTE's.

SETEMBRO/98 - Implantação e inauguração dos Laboratórios de Informática dos NTE's de Fortaleza, Iguatu, Sobral, Crato, Crateús, Tauá, Itapipoca e Quixadá.

SETEMBRO/98 À JANEIRO/99 - Realização do II Curso de Especialização em Informática na Educação para professores-multiplicadores (40), ministrado pela Faculdade de Educação da Universidade Estadual do Ceará - UECE.

MARÇO À JUNHO/99 - Realização do III Curso de Especialização em Informática na Educação para professores-multiplicadores dos NTE's (40), ministrado pela Faculdade de Educação da Universidade Estadual do Ceará - UECE.

ABRIL Á JUNHO/99 - Participação dos professores-multiplicadores nos seguintes cursos: "O ensino de Matemática Assistida por Computador", "O ensino de Ciências Assistido por Computador" e "O Uso das Tecnologias da Informação no Telensino" (ministrados pela FACED/UFC).

MAIO/99 - Revisão das salas ambiente para a instalação dos LEI's através de check-list enviado pelo MEC;

JUNHO/99 - Início da entrega dos equipamentos dos Laboratórios Escolar de Informática - LEI's.

JULHO/99 - Apresentação das monografias dos professores-multiplicadores dos Cursos de Especialização em Informática na Educação ministrados pela UFC e UECE.

AGOSTO/99 aos dias atuais - Atuação dos professores-multiplicadores junto às escolas

AGOSTO/2000 – I Encontro dos Professores-Multiplicadores dos NTE's

MAIO/2001 – II Encontro dos Professores-Multiplicadores dos NTE's

Como já mencionamos anteriormente, apesar do Proinfo ter sido implantado como um projeto de propósitos pedagógicos bem delineados, o que lhe confere um caráter diferencial em relação a projetos anteriores, sua execução vem se dando de maneira deficiente e não condizente com seus propósitos iniciais. Entre as problemáticas vivenciadas podemos ressaltar:

- A falta de recursos financeiros para manutenção dos laboratórios, conexão com a internet, aquisição de softwares e formação continuada dos professores;
- O não acompanhamento do MEC ao cumprimento da contrapartida das Secretarias de Educação Estaduais, no que diz respeito à aplicação de recursos, cursos de formação para novos professores-multiplicadores dos NTE's e formação continuada para os multiplicadores por áreas disciplinares (Português, Matemática, História, etc);
- O número insuficiente de computadores nos laboratórios escolares;
- A falta de projetos políticos pedagógicos por parte das Secretarias de Educação que viabilizem parte da carga horária do professor para capacitar-se e adaptar-se ao uso do computador em sua prática profissional.

Além das problemáticas citadas acima, os professores-multiplicadores dos NTE's do Ceará e acredito que até mesmo de outros estados, enfrentam ainda

alguns problemas que dificultam ainda mais a realização de seus trabalhos: a falta de transporte para deslocar-se para as escolas, principalmente a de outros municípios; a necessidade de participação em outras atividades dos CREDE's devido ao número reduzido de recursos humanos nos CREDE's; a realização de atividades ligadas à Informática (principalmente digitação) devido à falta de técnicos e até mesmo de uma maior propagação da cultura de utilização dos recursos da Informática pelos profissionais dos outros setores.

Apesar das dificuldades citadas acima, alguns projetos vem sendo encaminhados e desenvolvidos nas perspectivas da Informática Educativa.

Além dos projetos que vem sendo realizados pelas escolas e NTE's ligados ao Proinfo, o Ceará vem realizando relevantes iniciativas que estão contribuindo e ajudando a fazer a história em Informática Educativa do Estado. Vejamos algumas delas:

1995 - Criação do Instituto do Software do Ceará - INSOFT.

1996 – Implantação do EDUCADI – Projeto de Informática Educativa desenvolvido em 10 escolas públicas de Fortaleza que já possuíam laboratório de Informática por participarem do Projeto Estadual “Escola Viva”. O EDUCADI foi coordenado pela UFRGS e desenvolvido simultaneamente em escolas das capitais do Ceará, Rio Grande do Sul, São Paulo e Brasília.

JANEIRO /1996 – Implantação, pela Secretaria de Ciência e Tecnologia do Ceará- SECITECE dos Centros Vocacionais Tecnológicos – CVT's e dos Centros Tecnológicos CENTEC's. Os CVT's (atualmente totalizam 40) são núcleos estruturados com laboratórios de Física, Química, Biologia e Informática e têm como objetivo principal oferecer cursos profissionalizantes para a população de baixa renda e desenvolver projetos em parceria com escolas e universidades. Os CENTEC's são centros maiores e bem mais estruturados que os CVT's e têm como objetivo oferecer cursos técnicos profissionalizantes nas áreas tecnológicas, tanto em nível médio como superior. Os CVT's e CENTEC's possuem parceria com escolas e CREDE's.

1996-1999- Realização anual do Fórum de Informática na Educação - INFOEDUCAR, em Fortaleza.

1997 - Criação da Sociedade Cearense de Informática Educativa – SCIE.

NOVEMBRO/98 – Realização do IX Simpósio Brasileiro de Informática na Educação – SBIE em Fortaleza, sob a Coordenação da UFC.

AGOSTO/99 – Implantação do Seminário: “Informática na Educação” nos Cursos de Formação de Professores (Pedagogia em regime breve) e Especialização em Ensino de Matemática, na Universidade Estadual Vale do Acaraú – UVA, realizados no Campus da Betânia - Sobral.

DEZEMBRO/99 – Realização do I Workshop Internacional sobre Educação Virtual – WISE’99 promovido pelo Núcleo de Educação Continuada à Distância - NECAD da Universidade Estadual do Ceará – UECE. Site://www.necad.uece.com.br.

OUTUBRO/99 aos dias atuais - Desenvolvimento do TELE-AMBIENTE - Projeto de pesquisa que vem sendo desenvolvido pela FACED/UFC - UNIFOR que tem como objetivo principal o desenvolvimento de um ambiente adaptativo, cooperativo e colaborativo para se trabalhar o ensino à distância.

JAN/2000 - Desenvolvimento do Projeto AVAL – Ambientes Virtuais para o Aprendizado de Línguas, coordenado pelo Professor Creto Augusto Vidal – UFC.

SETEMBRO/2000 – II Curso de Especialização em Informática na Educação realizado pela Faculdade de Educação - UFC, em Fortaleza.

JUNHO/2000 – III Curso de Especialização em Informática na Educação da UECE, realizado em Quixadá sob a Coordenação do Prof. Francisco Artur Pinheiro Alves.

SETEMBRO/2000 – Implantação da Biblioteca Virtual e do Núcleo de Tecnologia Educacional do Município de Fortaleza, junto ao Centro de Referência do Professor. Projeto desenvolvido entre a FACED/UFC e a Prefeitura Municipal de Fortaleza.

JUNHO/2001 – Início do *Projeto Internet na Escola* lançado pelo Governo do Estado (através de recursos do Fundo de Universalização dos Serviços de Telecomunicações - FUST) que visa até dezembro/2001 colocar pelo menos quatro computadores conectados a Internet, em todas as escolas da Rede Pública Estadual.

Além das experiências citadas acima, outras iniciativas e projetos vem sendo encaminhadas em escolas das redes pública e privada, como também em faculdades públicas e particulares. Algumas iniciativas estão ligadas a criação de softwares, de introdução de disciplinas nos cursos de formação de professores para discutirem o uso da tecnologia na escola, de projetos interdisciplinares que utilizem o computador como ferramenta auxiliar nas pesquisas, etc.

3.4 A Formação do professor para a utilização das novas tecnologias

Formar para as novas tecnologias é formar o julgamento, o senso crítico, o pensamento hipotético e dedutivo, as faculdades de observação e de pesquisa, a imaginação, a capacidade de memorizar e classificar, a leitura e a análise de textos e de imagens, a representação de redes, de procedimentos e de estratégias de comunicação.

(Philippe Perrenoud)

A formação do professor para atuar com a Informática na escola torna-se cada vez mais necessária e urgente. Assim, para que se possam promover inovações no processo educacional, é fundamental que se estude um dos atores principais deste processo, o professor e sua formação. A Informática na Educação surge como uma experiência que requer professores adequadamente preparados para desenvolver suas atividades de ensino, buscando não apenas a transmissão de conteúdos, mas essencialmente a construção do saber.

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

A luta por uma escola de qualidade passa, necessariamente, pela revisão dos padrões de formação do profissional da educação que se processa no interior das instituições de ensino superior. Este novo patamar não pode ficar apegado somente a conhecimentos transmitidos por metodologias ultrapassadas ou instrumentais obsoletos. À medida que avança o desenvolvimento científico-tecnológico com as mudanças introduzidas pela microeletrônica que alteram significativamente os processos de trabalho, de produção e de consumo, é necessário, mais do que nunca, que exista uma preparação da sociedade para se colocar à frente deste movimento. E cabe à universidade e instituições formadoras produzir e socializar o conhecimento novo em benefício da sociedade como um todo.

A capacitação de recursos humanos (neste caso o professor) tem sido um item dos mais importantes para o sucesso da utilização do computador como instrumento de apoio ao ensino. Sem a presença do professor preparado para conduzir o ensino-aprendizagem, o uso do computador pode não proporcionar os resultados desejados, podendo até mesmo causar danos à formação do educando, isto porque a aula poderá ficar muito mais direcionada ao deslumbramento com a máquina do que com os conteúdos a serem estudados.

Em geral, o conhecimento da Informática por parte dos professores é mínimo. Observa-se ainda uma resistência desses ao seu uso, seja por desconhecimento, por temor ou simplesmente pela fantasia originária do mito de objeto complexo, seja pelas dificuldades decorrentes do sistema educativo. Ainda, em escolas privadas, com grandes laboratórios de Informática, onde o professor tem grande acesso a tecnologia, suas dificuldades continuam, porquanto o novo fato de não ser, como de hábito, o detentor total dos conhecimentos diante do aluno, ainda o intimida. O ideal seria o professor aproveitar o conhecimento informático trazido pelos alunos a fim de buscar uma nova postura frente à construção do conhecimento juntoa eles, conforme destaca CYSNEIROS (1996):

O ideal será que o educador aprenda a lidar com as tecnologias da informação durante sua formação regular, nos cursos de Licenciatura e de Pedagogia. Na escola, o educador também poderá começa a explorar a ferramenta com a ajuda de alunas e

alunos experientes, como oportunidades para o início de novas relações entre aluno e professor. No mundo complexo de hoje, todos nós temos algo a ensinar e a aprender, independente de sexo, idade, posição social, e a escola poderá aproximar-se da vida também neste particular (Cysneiros, 1996: pág. 17).

Apesar do longo tempo de debates e discussões acerca da Informática na educação, ainda é muito pequeno o número de Licenciaturas e Cursos de Magistério que ofereçam disciplinas nessa área, ou até mesmo os que disponham de equipamentos os utilizem na formação de seus alunos. Desse modo, a formação dos professores acaba ficando prejudicada, pois, quando ele vai para a escola e começa a se deparar com a necessidade de atuar pedagogicamente com os recursos da Informática acaba se deparando com muitos obstáculos que vão desde o manuseio da máquina, à metodologia a ser aplicada, a escolha de softwares adequados, entre outros.

A Informática poderá trazer grandes contribuições para a educação, mas, para tanto, é imprescindível que haja forte investimento na formação dos professores. É preciso que o professor assuma novos papéis não só por causa das mudanças tecnológicas que marcam nossa realidade social, mas também pelo fato de que, na qualidade de educador, devemos sempre refletir nossas práticas pedagógicas, tendo o aluno como nosso maior parceiro na construção de uma sociedade melhor.

...ao trabalhar com os princípios da Tecnologia Educacional, o professor estará criando condições para que o aluno, em contato crítico com as tecnologias da/na escola, consiga lidar com as tecnologias da sociedade sem ser por elas dominado. Este tipo de trabalho só será concretizado, porém, na medida em que o professor dominar o saber relativo as tecnologias, tanto em termos de valoração e conscientização de sua utilização (ou seja, porque e para que utilizá-las), quanto em termos de conhecimentos técnicos, ou seja, como utilizá-las de acordo com a realidade (Sampaio & Leite, 1999: pág. 25).

3.5 Conhecendo a Geometria do Software Cabri-Géomètre

Nos últimos anos, a pesquisa em Geometria tem sido amplamente estimulada por novas idéias, da própria Matemática e de outras áreas como a Informática. A dinâmica permitida pelo uso do computador no ensino da Geometria nos aponta uma possibilidade de elevar o nível de aprendizagem nessa área, pela ampla possibilidade de exploração das situações-problema possíveis no ambiente computacional. BORGES NETO et alli (1998) destacam a grande importância do computador para o ensino de Matemática assinalando que:

...o computador é um instrumento excepcional que torna possível simular, praticar ou vivenciar verdades Matemáticas (podendo até sugerir conjecturas abstratas), de visualização difícil por parte daqueles que desconhecem determinadas condições técnicas, mas fundamentais à compreensão plena do que está sendo.

O ensino da Geometria constitui campo privilegiado para os pesquisadores em Didática da Matemática, incluindo a utilização do computador. As razões desse interesse estão ligadas às múltiplas possibilidades de representações gráficas produzidas pelo computador, podendo ter um enfoque científico.

3.5.1 Sobre a criação do software Cabri-Géomètre

O Cabri-Géomètre é um programa que estimula e dinamiza o ensino de Geometria. Consiste em um “pacote” para a construção geométrica das figuras; lida com pontos, linhas, círculos e suas relações. Foi criado no Instituto Joseph Fourier, em Grenoble – França. A sigla Cabri vem do francês **C**ahier de **B**rouillon **I**nformatique, que significa Caderno de Rascunho Informático. Um grupo de especialistas trabalhou durante quatro anos na elaboração desse software, sob a coordenação de Jean Marie Laborde² e de Frank Bellemain³. (BONGIOVANNI, 1997). Vejamos no Quadro 5 um breve histórico sobre a criação do programa.

² Fundador e Diretor de Investigação do Laboratório de Estruturas Discretas e de Didática (LSD2) do Instituto de Informática e Matemática Aplicada de Grenoble (IMAG). Graduou-se em Matemática (1969) na Escola Normal Superior de Paris. Obteve doutorado em Ciência Computacional (1977) pela Universidade de Grenoble - França.

³ Dr. em Ciência Computacional (1992) pela Universidade de Joseph Fourier -França.

QUADRO 5 - Breve histórico do Cabri-Géomètre⁴	
1981-1985	Trabalho sobre o Cabri em teoria dos grafos.
1985	Especificações informais para a criação de um caderno de rascunho informático.
1986	Protótipo de Cabri (três teses de doutoramento).
1987	Pré-produto e experimentações em classes.
1988	Troféu Apple pela melhor software para o ensino de Geometria. 1ª demonstração pública (ICME-Budapeste).
1989	Primeira edição do Cabri na França. Adoção generalizada na Suíça.
1990	Habilitação do projeto IMAG Cabri-Géomètre.
1992	Criação do grupo de pesquisa internacional Cabri.
1993	Cabri é traduzido em 25 línguas e comercializado em 40 países. No Brasil, o software é comercializado pela PUC-SP ⁵ .

O Cabri-Géomètre é um dos softwares matemáticos mais usados no mundo (Guia do Software Educacional, 1999). É um programa aberto e interativo que permite ao aluno ampla possibilidade para construir o próprio conhecimento através das construções geométricas dinâmicas possibilitadas pelo software. O programa permite construir todas as figuras da Geometria Elementar que podem ser traçadas com a ajuda de régua e compasso.

O CG⁶ é útil também para se trabalhar com Álgebra, Trigonometria, Física, Geometria Espacial, Geometria Descritiva e Educação Artística. Atualmente, está na sua segunda versão, que é o CG II. Vejamos algumas de suas características:

- Inclui Geometria analítica, transformacional e euclidiana;
- Permite a construção intuitiva de pontos, retas, triângulos, polígonos, círculos e outros objetos básicos;
- Translada, amplia (ou reduz) e gira os objetos geométricos em relação aos seus centros geométricos e a pontos especificados, além de possibilitar a simetria axial, central e a inversão dos objetos;
- Constrói facilmente cônicas, entre as que incluem elipses e hipérbolas;
- Explora conceitos avançados em Geometria Descritiva e Hiperbólica;

⁴ Do livro “Descobrimo o Cabri-Géomètre” – FTD, 1997.

⁵ O Cabri é disponível através das mídias de CD-ROM e disquete. Para sua instalação, basta que o computador tenha, no mínimo, a seguinte configuração: 486/ Windows 3.1/ 8MB RAM/ SVGA/ Mouse. Maiores informações sobre o programa no site: www.cabri.com.br.

⁶ Daqui por diante, adotaremos a notação CG para o nome Cabri-Géomètre.

- Constrói e mede figuras, com atualização automática dos valores quando são movimentadas;
- Utiliza coordenadas cartesianas e polares;
- Proporciona a apresentação das equações de objetos geométricos, incluindo retas, circunferências, elipses e coordenadas de pontos;
- Permite aos usuários a criação de macros para as construções que se repetem com frequência;
- Permite ao professor configurar os menus das ferramentas para “disponibilizar” somente as funções que achar necessárias, de acordo com o nível dos estudantes;
- Comprova as propriedades geométricas para provar hipóteses baseadas nos cinco postulados de Euclides;
- Oculta objetos utilizados nas construções para melhor organização da tela;
- Permite diferenciar os objetos mediante o uso de cores e linhas variadas;
- Calcula lugares geométricos;
- Ilustra as características dinâmicas das figuras por meio de animações;
- Permite ao usuário guardar arquivos e macros em disco;
- Possibilita rever, passo a passo, o histórico da última construção efetivada.

3.5.2 Explorando funções do Cabri-Géomètre

As várias características do Cabri II, quando bem exploradas pelo professor, poderão contribuir significativamente para a aprendizagem da Geometria e para a investigação Matemática. Vejamos exemplos sobre a exploração de algumas de suas funções:

- *O CG possibilita a criação de pontos com diferentes relações entre os objetos.* É essencial que, nos primeiros contatos com o programa, o aluno seja esclarecido sobre as diferentes funções do ponto. No ícone do ponto, podemos encontrar as opções: *ponto*, *ponto sobre objeto* e *ponto de intersecção*. É importante que o professor leve o aluno a fazer construções idênticas, utilizando os diferentes tipos de pontos para que ele possa observar a diferença de cada um quando a figura é movimentada. No exemplo abaixo, a figura 5-A é resultante da construção de retas perpendiculares, onde os pontos A e B foram marcados como *ponto de intersecção* entre os círculos de centros C e D. Já na figura 5-B,

apenas o ponto A foi marcado como ponto de intersecção, o ponto B foi marcado como *ponto sobre objeto*, ficando aparentemente sobre a intersecção dos círculos, mas sendo fixado sobre o círculo de centro C. Se movimentarmos a reta AB da Figura 5-A ela continuará perpendicular a CD, pois foi construída a partir dos A e B; no caso de movimentarmos a reta AB da Figura 5-B, ela não continuará perpendicular a CD, pois, como o ponto B foi marcado sobre o círculo de centro C, a reta se deslocará junto com ele sobre o mesmo objeto, nesse caso, sobre o círculo de centro C. Por isso, é essencial que se conheça a função do ponto para que se possa fazer construções estáveis e que mantenham suas propriedades iniciais.

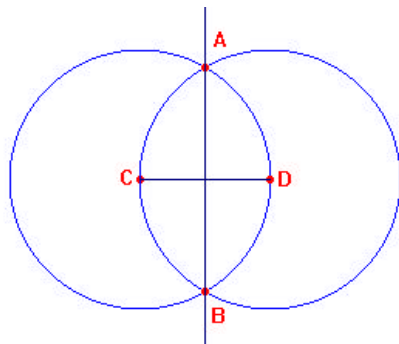


Figura 5-A

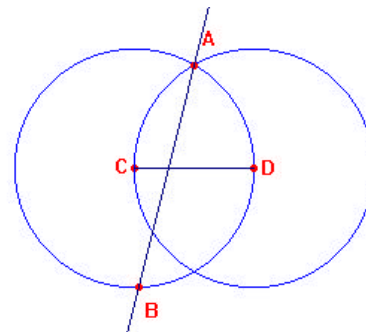
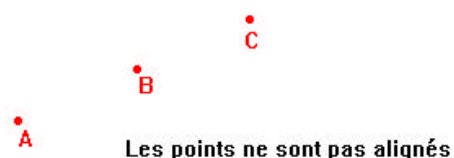


Figura 5-B

- *Verificação de propriedades.* O CG possui opções que permitem verificar a existência de propriedades geométricas entre objetos. A utilização dessa verificação é muito importante para que o aluno possa analisar os possíveis erros em uma construção que tenha realizado, levando-o a refletir sobre outras formas de fazer a mesma construção de maneira a garantir as propriedades. É importante também a exploração de atividades do tipo *caixa-preta*, sobre as quais o aluno deverá levantar hipóteses sobre as possíveis relações entre os objetos de uma figura, podendo então utilizar os comandos de verificação para investigar a existência de determinadas propriedades que tenham dado origem à construção que está analisando. Apesar de, no plano visual as propriedades parecerem verdadeiras, verificamos na figura 6-A que as retas r e s não são paralelas e na figura 6-B que os A, B e C não são colineares.



Les points ne sont pas alignés

- O uso do compasso no CG.* Para se fazer construções geométricas no ambiente lápis e papel, utilizamos o compasso como instrumento auxiliar para transferência de medidas. No CG a transferência de medidas poderá ser realizada a partir da construção de uma circunferência de raio igual a um segmento dado. Nesse caso, a circunferência inicial deve ser construída com centro em uma das extremidades do segmento, determinando seu raio na outra extremidade do segmento dado, podendo essa medida ser transportada através da intersecção entre várias circunferências de mesmo raio. Esse tipo de transporte de medida muitas vezes não é o ideal, principalmente quando a transferência deve ser feita para um local determinado. Para casos como este, se faz necessário, a utilização do compasso, pois este possibilita o transporte da medida para qualquer ponto determinado. Para utilizarmos o compasso do CG, basta selecionarmos a opção compasso, clicarmos sobre um segmento dado ou sobre suas extremidades e darmos um segundo clique no ponto que deverá ser o centro da circunferência criada. A dinâmica do CG mantém as relações entre a medida inicial e a medida transportada, de maneira que, se o segmento inicial for alterado, o segmento criado pelo compasso também passará pela mesma alteração. A medida do segmento AB (figura 7-A) foi transferida pela opção compasso para o círculo de centro C (figura 7-B); ao aumentarmos o segmento AB (figura 7-C), o raio do círculo também passa pela mesma alteração (figura 7-D).

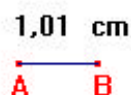


Figura 7-A

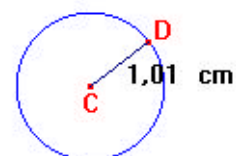
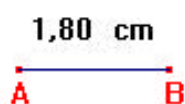


Figura 7-B



- *Uma vez construídas sob princípios geométricos, as figuras podem ser movimentadas, conservando as propriedades que lhes haviam sido atribuídas, permitindo observar modificações em tempo real durante o uso do software: o professor pode solicitar aos alunos que construam a figura 8-A, pedir que movimentem o vértice B e observem como se comporta a medida do ângulo B (figura 8-B); após observarem, poderá solicitar que tentem justificar, por meio de propriedades geométricas, os resultados da observação.*

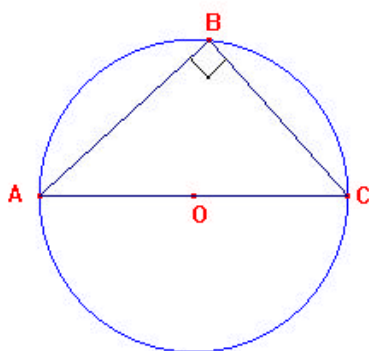


Figura 8 -A

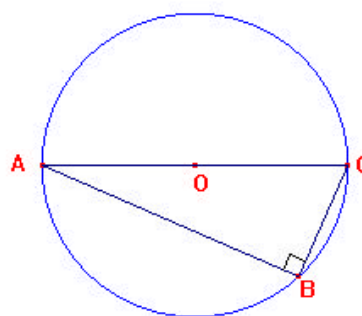


Figura 8-B

- *O professor pode suprimir ou adicionar recursos dos menus: na figura 9-A, o menu inclui todas as opções permitidas pelo programa. Digamos que o professor deseja trabalhar com construções de retas perpendiculares, de maneira que os alunos façam suas construções sem utilizar a opção *Retas Perpendiculares* que já traz a construção pronta. O professor poderá suprimir a opção do menu, conforme vemos na figura 9-B.*



- *Possibilita a investigação de propriedades geométricas e a formulação de conjecturas (hipóteses, suposições):* o professor poderá solicitar que os alunos construam a figura 10-A e movimentem as retas r e s , observando as relações entre os valores dos ângulos opostos e adjacentes (figura 10-B). Após as observações, o professor poderá fazer intervenções junto aos alunos através de questionamentos, subsidiando-os com as informações necessárias para que possam levantar hipóteses sobre as relações estabelecidas entre os ângulos e valores observados.

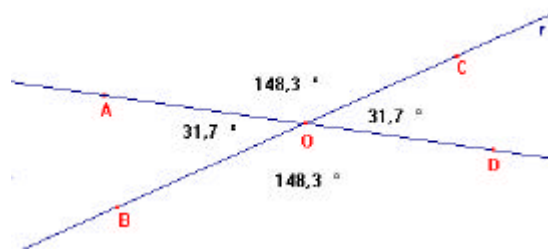


Figura 10-A

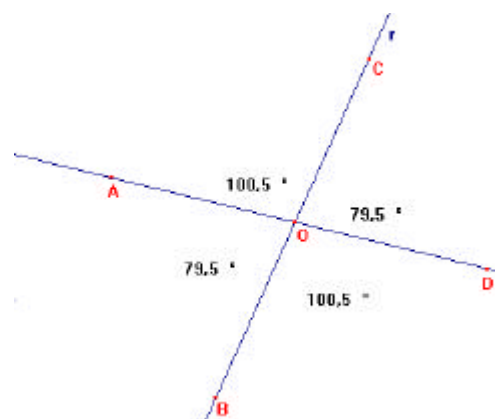


Figura 10-B

- *Permite construir figuras geométricas e estabelecer relações entre os seus componentes:* dado um triângulo retângulo (figura 11-A), o professor poderá solicitar aos alunos que, a partir dele, construam geometricamente o Teorema de Pitágoras (11-B); se a construção estiver correta (do ponto de vista geométrico e das condições de fixação dos objetos no programa), quando os alunos movimentarem os lados do triângulo perceberão que as propriedades do

Teorema serão mantidas, apenas as áreas dos quadrados serão alteradas de acordo com as medidas dos lados do triângulo.

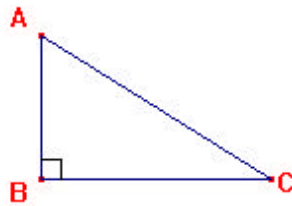


Figura 11-A

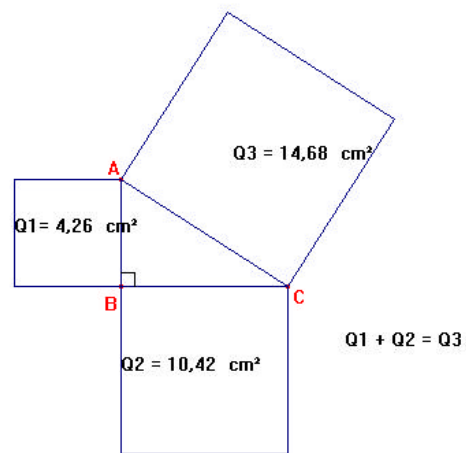


Figura 11-B

- *Permite reproduzir etapas utilizadas na construção de uma figura:* através da reprodução dos passos utilizados em uma macro-construção, possibilita ao aluno entender e visualizar cada passo necessário ou desnecessário para a construção de uma determinada figura; permite também ao professor verificar as passagens percorridas pelo aluno na resolução das atividades propostas. Assim, dada uma figura, é possível vermos cada etapa de sua construção. No exemplo abaixo (figura 12-A), apresentamos duas etapas de sua construção (figuras 12-B e 12-C).

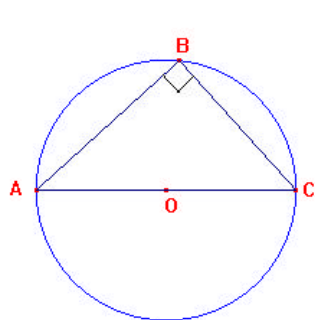


Figura 12-A

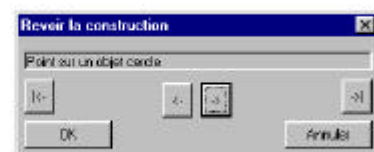
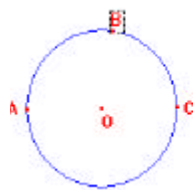


Figura 12-B

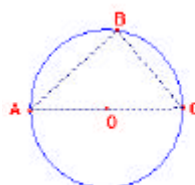


Figura 12-C

- Permite ocultar linhas dos objetos auxiliares de uma construção:* na construção de qualquer figura, é possível esconder os objetos que lhe deram origem. Podemos verificar essa característica na construção do quadrado ABCD abaixo (figura 13-A). Para garantirmos as propriedades do quadrado, sua construção foi obtida a partir da circunferência e do traçado de retas perpendiculares. Assim, as retas e a circunferência poderão ser ocultadas (figura 13-B), para que apenas o quadrado fique visível (figura 13-C). O professor poderá utilizar esse artifício a fim de levar os alunos a explorarem e descobrirem as propriedades de figuras apresentadas. Esse tipo de atividade foi denominado pelos pesquisadores franceses de *situação caixa-preta*, na qual o objetivo é a investigação, a descoberta e a compreensão das propriedades geométricas da figura.

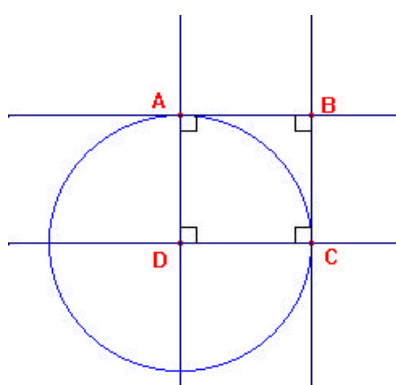


Figura 13-A

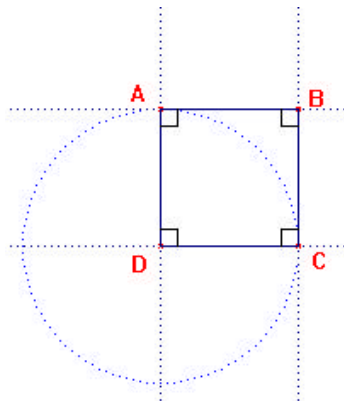


Figura 13-B

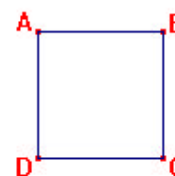


Figura 13-C

Esses exemplos são apenas algumas ilustrações sobre possibilidades de exploração do software CG II. Acreditamos que o fato de o programa permitir aos alunos explorar e verificar o que ocorre em diversas situações, proporcionando-lhes oportunidade de fazer conjecturas, testar suas convicções, melhorar sua visualização espacial, observar e confirmar as propriedades das figuras e buscar demonstrações, aponta características essenciais e determinantes na aprendizagem Matemática. No entanto, para que a aprendizagem se torne eficaz, é necessário que elas sejam acompanhadas de reflexões Matemáticas para que o aluno compreenda passo a passo do que está sendo realizado. É imprescindível que o aluno seja capaz de reproduzir no papel as propriedades que identificou na tela do computador, decorrentes de suas realizações. Nos trabalhos desenvolvidos com o uso do computador, o professor deverá ter o papel de mediador e orientador do aluno, enquanto este procura fazer suas descobertas através das atividades propostas e de possíveis experimentações.

O CG é um software que apresenta as características que permitem utilizar o computador como uma ferramenta auxiliar para investigação de como se dá a construção de conceitos geométricos. Ele é definido como um conjunto de objetos elementares (ponto, reta etc.) e por ações elementares (traça uma reta paralela a uma reta dada, determina o ponto médio de um segmento, etc.). Dessa forma, esse software permite certa interatividade do aluno com o meio e possibilita fazer, por comandos bem definidos em linguagem geométrica, as construções que se fazem no ambiente com papel e lápis.

O CG permite explorar a Geometria, através da manipulação de objetos geométricos de base e preserva as propriedades geométricas dos objetos construídos com ações elementares. Essas características, segundo LABORDE & CAPPONI (1994), ajudam o aluno a diferenciar a relação desenho (reprodução da imagem) e figura (construção da imagem de acordo com as propriedades geométricas). Segundo esses autores, essa relação se torna muito mais difícil no ambiente com papel e lápis, pois, em razão do caráter estático do desenho, não facilita a identificação das propriedades.

A manipulação de objetos geométricos de base, no ambiente CG, flexibiliza a interação do aluno com esse meio, numa situação de ação, na medida em que o obriga a fazer escolhas e tomar decisões. Como resultado dessa ação, o ambiente CG retorna informações (feedback) que permitem ao aluno julgar o resultado de sua produção e, se necessário, tomar novas decisões que o levem a mudá-la ou melhorá-la.

Assim, acreditamos que o ambiente CG promove processos de aprendizagem específicos de alcance difícil por outras mídias. É um ambiente desafiador para o professor e para o aluno. Além de ser voltado para o ensino da Geometria, é também propício a pesquisas e experimentações matemáticas.

CAPÍTULO 4

DELINEANDO A PESQUISA

4.1 O que é o Tele-Ambiente?

O Projeto de Pesquisa “Tele-Ambiente: Desenvolvimento e Aplicação de Ferramentas Cooperativas, Adaptativas e Interativas Aplicadas ao Ensino à Distância” (ProteM-CC/CNPq) é um projeto que visa a construir e implementar ambientes propícios à aprendizagem cooperativa, colaborativa e adaptativa na Internet, com implantação de cursos e atividades educativas e uma metodologia para o ensino a distância, bem como refletir e analisar os processos de ensino e aprendizagem e as interações que ocorrerão nesse ambiente virtual, sem descartar, quando necessário, o ensino presencial.

De início, esse ambiente será aplicado ao ensino de Matemática e Didática, podendo posteriormente ser aplicado a outras áreas de conhecimento.

O projeto é uma iniciativa conjunta de duas universidades - Universidade Federal do Ceará – UFC e Universidade de Fortaleza – UNIFOR – e da Escola Pública Estadual Maria da Conceição Porfírio Teles. Os grupos de profissionais envolvidos na pesquisa são compostos por professores, pesquisadores e alunos da graduação e pós-graduação das referidas instituições. Apesar dos grupos trabalharem de maneira isolada, os trabalhos convergem para o mesmo domínio de aplicação: o uso da Informática, principalmente da Internet, no processo educacional. A cada etapa significativa da construção de partes do projeto, os grupos se reúnem, visando a buscar a integração dos trabalhos já desenvolvidos e a vinculação com os objetivos iniciais propostos.

A realização do projeto nasceu de duas razões distintas e complementares: a necessidade de pesquisas no campo da Informática Educativa em geral e no terreno das aplicações pedagógicas, em particular na Internet; e pela necessidade de se elevar o nível de conhecimento dos alunos, dando-lhes uma melhor base de conhecimentos, a fim de torná-los capazes de compreenderem melhor a sociedade

em que vivem, ao passo que também sejam capazes de transformá-la. Esse resultado passa está necessariamente na melhor qualificação dos professores.

Não só no Ceará, mas no Brasil inteiro ainda é muito grande o número de professores sem licenciatura. Neste contexto, a importância da educação a distância é enorme, por possibilitar uma capacitação dos professores em serviço, sem prejuízo significativo de suas atividades nas escolas.

As ações do projeto são desenvolvidas nos laboratórios de informática subsidiados pela pesquisa, com atividades distintas na Faculdade de Educação da UFC, no Curso de Informática da UNIFOR e na Escola Maria da Conceição Porfírio Teles.

Para a concretização de seus objetivos, o projeto foi dividido em três subprojetos: CADI, Tele-Cabri e Sala-ambiente.

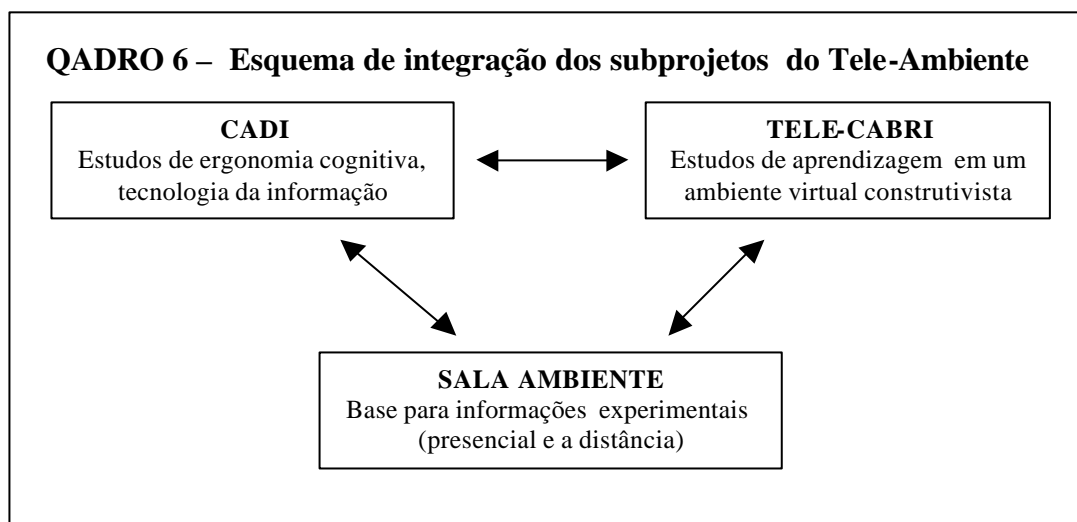
- **CADI:** o subprojeto tem por objetivo organizar uma metodologia de curso a distância, de Didática da Informática. Visa à concepção de uma ferramenta que propiciará uma aprendizagem cooperativa e adaptativa de metodologias de ensino, através de um curso de Educação a Distância de Didática em Informática. A aprendizagem cooperativa se efetuará através da participação de todos os usuários do curso e da negociação com o professor, utilizando novos recursos tecnológicos. A adaptação se refere à elaboração de uma metodologia de ensino de Informática que mais se adapte ao conhecimento do professor, às características do curso e às necessidades de seus alunos.

- **TELE-CABRI:** objetiva a implantação de um tele-ambiente de aprendizagem, ou seja, uma estrutura telemática multimeios, incorporando som, imagem, texto, correio e uma interface compartilhada entre o professor e aluno e entre alunos, podendo compartilhar o ambiente com um software específico, de modo a compor um ambiente virtual de aprendizagem no qual serão veiculados cursos interativos a distância, com mediação direta, se necessário, de um professor. O objetivo do projeto não é difundir o uso de um aplicativo, mas uma metodologia de trabalho dentro de uma abordagem que valorize uma sequência didática, a

construção e a interação do estudante. No âmbito da pesquisa, serão trabalhados o software Cabri- Geómètre e o software gerado pelo CADI.

- **SALA AMBIENTE:** é um ambiente de aprendizagem construtivista, onde serão trabalhados ensinamentos de Matemática e Didática assistida por computador. Sua função será suprir de embasamento empírico as investigações realizadas no CADI e no Tele-Cabri, construir, manter e suprir o site Enciclonet (banco de dados do tele-ambiente). Suas atividades, disponíveis no Enciclonet, serão realizadas a partir de seqüências didáticas com problemas contextualizados, utilizando o potencial de investigação, simulação e visualização propiciada por um ambiente computacional educativo.

O Quadro 6 mostra um esquema ilustrativo da integração dos subprojetos no corpo desta pesquisa:



Pretende-se que o programa de formação proposto seja veiculado no site Enciclonet, na Sala Multimeios da Faculdade de Educação da UFC, ambiente vinculado ao projeto de Redes Metropolitanas de Alta Velocidade - RMAV – do CNPq. O projeto, uma vez viabilizado, poderá ser devidamente potencializado através de sua exploração por professores de ciências (Matemática, Física, Química e Biologia) do Estado do Ceará, atualmente em formação continuada para plenificação de licenciaturas curtas, em convênio com a Open University, de Londres, como também, pelos NTE's e escolas que possuam laboratórios de Informática e acesso à

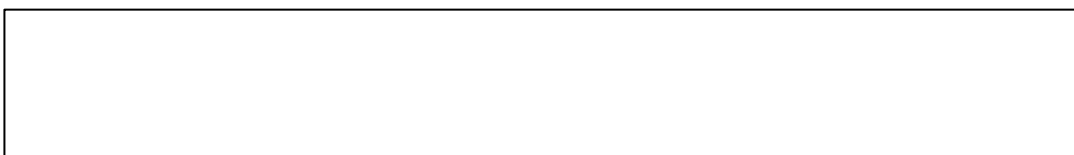
Internet Todo o material produzido pelos subprojetos será posto à disposição na Enciclonet.

O Tele-ambiente iniciou suas atividades em outubro/1999, com previsão de dois anos de trabalho, contudo, acreditamos que possa/deva ser continuado em razão de sua relevante importância no contexto atual e sua necessidade / possibilidade de aprofundamento nas áreas trabalhadas, podendo, através de sua continuidade, dar grandes contribuições para o ensino, principalmente ao ensino a distância.

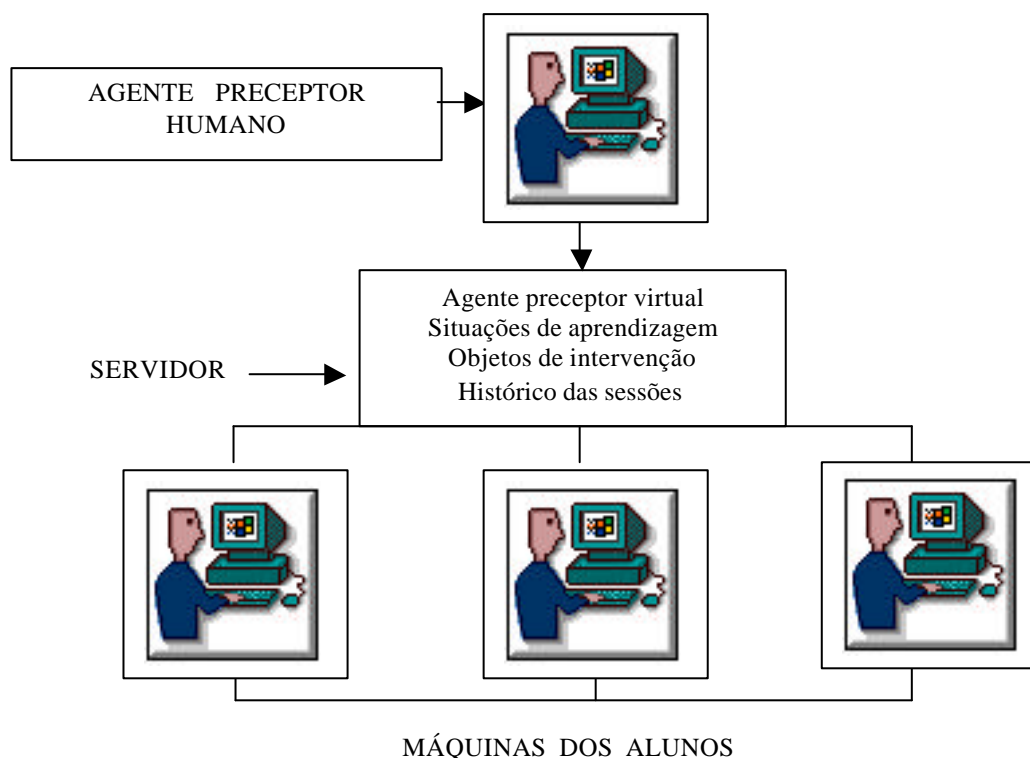
4.2 Descrevendo o Projeto Tele-Cabri

Conforme descrevemos há pouco, o Tele-Ambiente visa à implantação de um ambiente de aprendizagem, através de uma estrutura telemática, incorporando som, imagem, texto, correio e uma interface compartilhada entre professor e aluno.

Após a implantação da estrutura tecnológica, o tele-ambiente terá a priori a finalidade de veicular, em caráter experimental, cursos de formação continuada, a distância, de professores da rede pública dos 3º e 4º ciclos do Ensino Fundamental, objetivando dar-lhes melhor base dos conteúdos de Geometria Plana, a partir de situações que privilegiem desafios e soluções de problemas, usando como recurso aplicativos apropriados para o ensino de Geometria, o que resultará no curso Tele-Cabri.



QUADRO 7 – Esquema gráfico da estrutura do Tele-Ambiente



O termo preceptor é usado para diferenciar o ensino através do Tele-Ambiente (Quadro 7) de um simples programa tutorial, que possui todas as possibilidades de respostas e de correção rigidamente estruturadas. O agente preceptor virtual no Tele-Ambiente gera as situações-problema, intervindo nas dificuldades dos alunos a partir de elementos proporcionados por meio de uma análise didática e de possíveis estratégias de resolução de um problema e leva em consideração erros e dificuldades encontradas nestas resoluções (CAMPOS, 1998).

Ao identificar a dificuldade dos alunos, o preceptor virtual tem dois caminhos a seguir: faz uma intervenção automática, recorrendo a objetos de intervenção, ou recorre ao preceptor humano. Essa última possibilidade diferencia tal sistema daqueles convencionais, que se fecham em si. A intervenção automática pode ocorrer através de animações, imagens de vídeo, visualizações em três dimensões manipuláveis e outros.

A importância do preceptor humano reside no fato de que nem todas as dificuldades dos alunos podem resolvidas de modo automático, já que há sempre

possibilidades não previstas. O preceptor humano pode intervir na interface dos alunos de três maneiras: direta, através de demonstrações e manipulações da situação-problema; indireta, pelas explicações verbais, contra-exemplos; e mista, combinando-se intervenções diretas e indiretas.

O aparato técnico do Tele-Ambiente consiste nos equipamentos descritos abaixo:

- cada aluno tem ao seu dispor um computador com o software CG instalado e um editor de texto que permite tomar notas e solucionar os problemas, interligado em um servidor www;
- um ícone que funciona como botão de atalho para chamar o professor, quando o aluno precisar de ajuda;
- durante a comunicação, o professor e o aluno possuem a mesma interface;
- um canal de visocomunicação;
- uma área de trabalho na tela do computador;

O Tele-Cabri tem como objetivo geral implantar a estrutura do tele-ambiente para a formação continuada de professores, assim como outras futuras aplicações de ensino a distância, executando em caráter experimental o curso de Tele-Cabri. Entre esses, propõe-se também disseminar e reforçar os conteúdos de Geometria do 3º e 4º ciclo do Ensino Fundamental, realizar análise *a priori* desses conteúdos e analisar o raciocínio do estudante a partir de atividades propostas a fim de organizar sequências didáticas para o ensino da Geometria.

4.2.1 Etapas de execução do Tele-Cabri

O Tele-Cabri, que finalizará com o Curso de Geometria a ser trabalhado a distância com os professores, está sendo preparado através de três etapas distintas:

- **Etapa 1 – Estudo-Piloto 1:** experimento realizado de forma presencial com alunos do Curso de Pedagogia. O estudo constou de uma intervenção com sessões planejadas através de sequências didáticas com o conteúdo de Geometria, mediadas pelos pesquisadores, utilizando o software Cabri-

Geómètre, e teve como objetivo observar como ocorre a formação de alunos do Curso de Pedagogia em conteúdos da Geometria Plana, observando suas concepções acerca de conceitos trabalhados, bem como buscando identificar suas dificuldades no uso do computador e no manuseio do software CG.

-

As intervenções tiveram como finalidade colher subsídios para a realização do Estudo-Piloto II, através de análises *a priori* e *a posteriori* das sessões realizadas.

- **Etapa 2 - Estudo Piloto 2:** experimento que será realizado a distância com o grupo de professores da escola, que já participam efetivamente da pesquisa, através das atividades desenvolvidas no âmbito da própria escola. O estudo terá como objetivo realizar novas intervenções através de sessões planejadas, só que, desta vez, trabalhando-se a distância e com um protótipo inicial do curso de Geometria, que será “disponibilizado” no final do projeto Tele-Cabri.
- **Etapa 3 – Conclusão do Curso de Geometria.** Nessa etapa, deverão ser feitos os ajustes necessários ao curso de Geometria e ao Tele-Ambiente, com base nos subsídios colhidos nos estudos-pilotos 1 e 2. O experimento final constará da implantação do curso de Geometria Distância.

4.3 Experiências vivenciadas na implementação do Tele-Cabri

4.3.1 Atividades desenvolvidas no Laboratório Multimeios

A implementação/desenvolvimento do projeto Tele-Cabri e realização das etapas 1, 2 e 3, estão sendo realizados a partir de um conjunto de atividades envolvendo estudos teóricos e discussões, palestras, pesquisa/elaboração de materiais e pequenos experimentos. Entre as palestras oferecidas ao grupo, podemos citar:

- Educação Matemática e a utilização do software CG - Hermínio Borges
- Considerações sobre DESIGN ONLINE - AMBIENTE WEBCT - Elian Machado.

- Ergonomia na Visão da Inteligência Artificial - Elizabeth Furtado
- Pesquisa Qualitativa em Educação - Max Maranhão
- Sequência Didática – Márcia Campos
- Campos Conceituais - Alex Sandro
- Construção de Home-page - Felipe Capelo
- Apresentação do NUD-IST - Programa de Organização de Dados em Pesquisa. Qualitativa – Alex Sandro

As ações efetivadas pelo grupo dos pesquisadores do Tele-Cabri estão sendo realizadas por meio do trabalho de três subgrupos, com as seguintes funções:

- Um grupo que faz a implementação e o acompanhamento das atividades do Projeto na Escola Estadual Maria da Conceição Porfírio Teles;
- Outro grupo responsável pela elaboração do Curso de Geometria e realização de testes do material produzido em pequenos experimentos;
- Um terceiro grupo responsável pela implementação dos materiais produzidos no computador, criação da home-page e animação gráfica.

Os encontros acontecem semanalmente entre os pequenos grupos, e quando necessário, com a equipe inteira. Entre as atividades realizadas, podemos listar as seguintes:

1º - Estudos teóricos acerca das seguintes temáticas: ensino de Matemática e Geometria, Educação a Distância, Informática Básica, Informática Educativa, Métodos e Técnicas de Pesquisa;

2º - Estudos de softwares⁷ que podem ser explorados no ensino de Matemática, seguidos da exploração e apresentação de atividades contemplando o uso deles.

Os softwares explorados foram os seguintes:

- **Fonctuose / Evocoef:** software aberto, indicado para o estudo de funções do 1º e 2º graus.

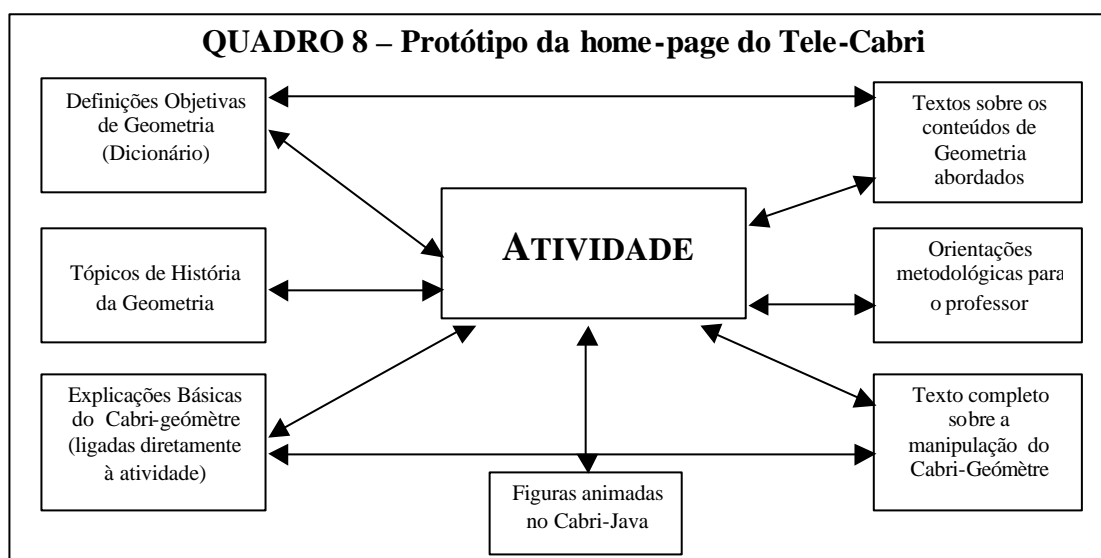
- **Planilha Eletrônica Excel:** apresenta possibilidades de explorar vários conteúdos de Matemática, entre eles atividades acerca do estudo de funções, gráficos e Matemática Financeira.
- **Skitchpad:** software voltado para o estudo da Geometria. Possibilita também a exploração de conceitos algébricos básicos. Uma das características que o diferenciam do CG é não apresentar macros dos polígonos. Todos eles precisam ser construídos.
- **Cidade da Matemática:** software educativo da Editora Ática, direcionado ao trabalho com operações fundamentais, frações e Geometria, voltado para os níveis de 1º e 2º ciclos.
- **Cabri-Géomètre:** software direcionado ao ensino Matemática, especificamente da Geometria (maiores detalhes ver item 3.4.1).
- **DrGeo:** software voltado para o ensino de Geometria. É de fácil acesso por ser gratuito.
- **Torre de Hanoi:** software transposto e adaptado de um jogo concreto, também denominado Torre de Hanoi. É de fácil manuseio. Possibilita o desenvolvimento do raciocínio indutivo.
- **Caixas:** software de fácil manuseio, dividido em treze níveis diferentes. Apresenta grau de dificuldade crescente para passagem de um nível para outro. Possibilita o trabalho com levantamento de hipóteses e favorece o desenvolvimento do raciocínio espacial e visual.
- **Tangram:** software voltado para a exploração de figuras geométricas, através da montagem de desenhos de naturezas variadas. Possibilita o desenvolvimento do

⁷ Dentre os softwares listados, alguns podem ser encontrados gratuitamente na Internet, como: Dr. Geo, Torre de Hanoi, Caixas, Tangram, Senha, no site: www.scite.pro.br/programas/principal.html.

raciocínio, permitindo também o desenvolvimento da criatividade, ensejando ao aluno a criação de suas próprias figuras.

4.3.2 Implementação do Curso de Geometria

O grupo que vem se dedicando à montagem do Curso de Geometria reúne-se três vezes por semana e discute questões, desde o modelo da implementação do curso à construção dos materiais a serem utilizados. O Quadro 8 mostra o protótipo pensado pelo grupo, como modelo para implementação da home-page do curso.



Após a montagem do protótipo, a equipe definiu os módulos a serem trabalhados no curso, descritos no Quadro 9:

QUADRO 9 – Módulos dos Conteúdos do Curso de Geometria do Tele-Cabri	
Módulos	Assunto
. Módulo I	Conhecendo as Ferramentas do Cabri-Géomètre
. Módulo II	Construções Geométricas Elementares
. Módulo III	Construções Algébricas Elementares
. Módulo IV	Triângulos
. Módulo V	Quadriláteros
. Módulo VI	Teorema de Tales
. Módulo VII	Teorema de Pitágoras
. Módulo VIII	Área e Perímetro

Atualmente, o grupo encontra-se preparando as atividades a serem trabalhadas no curso, estruturando-as de acordo com o protótipo mostrado no Quadro 8, como

também realizando pequenos experimentos a fim de iniciar testes com os materiais produzidos, simulando situações à distância, de acordo com o ambiente que se pretende propor ao final do projeto.

4.3.3 Atividades desenvolvidas na Escola Conceição Teles

O grupo responsável pelo trabalho na escola vem realizando várias atividades junto aos professores e alunos, como também viabilizando a instalação e manutenção do laboratório de Informática instalado pela parceria da escola junto à UFC.

O grupo acompanha uma equipe de 7 professores efetivos da escola, que lecionam nos 3º e 4º ciclos. O acompanhamento se dá através de encontros semanais junto aos professores, a fim de discutir temáticas ligadas aos problemas enfrentados por eles na sala de aula, principalmente no que diz respeito ao ensino de Matemática e a Informática Educativa.

Além das discussões, os professores realizam atividades no laboratório de Informática, de acordo com suas necessidades: aprender tarefas básicas de manuseio do computador, exploração de softwares e cd's, pesquisas na Internet e o uso de correio eletrônico. A equipe da pesquisa vem realizando também alguns cursos de Informática para alunos da escola e monitores para atuarem junto aos professores.

Apesar de nosso acompanhamento aos trabalhos desenvolvidos nos três subgrupos, tivemos participação mais efetiva no grupo de implementação do curso de Geometria.

4.4 Descrevendo o Estudo-Piloto 1

É no contexto da pesquisa “Tele-Ambiente: Desenvolvimento e Aplicação de Ferramentas Cooperativas, Adaptativas e Interativas Aplicadas ao Ensino à Distância” (que visa a implementar uma ferramenta para o ensino a distância, refletir e analisar o novo processo de ensino e aprendizagem e as interações a ser construídas neste espaço) que se enquadra o primeiro estudo-piloto. O experimento

serviu de base para nossa pesquisa, e foi realizado no Laboratório Multimeios, da Faculdade de Educação – UFC, no período de março a junho de 2000.

No presente estudo-piloto realizou-se uma intervenção junto a um grupo de alunos do Curso de Pedagogia da FACED-UFC, na forma de situações didáticas planejadas com conteúdo de Geometria. O objetivo desse estudo foi buscar subsídios para implementação das etapas 2 e 3 do Tele-Cabri. A apresentação dos conteúdos foi mediada pelos pesquisadores, com a utilização do computador, fichas de exercícios e do software Cabri-Géomètre. A intervenção foi dividida em dois momentos: nove (09) sessões de formação e duas (02) sessões de coleta.

A *formação* teve como objetivo capacitar os alunos, através das situações didáticas, a resolverem problemas que envolvam conhecimentos da Geometria, tendo o software CG como meio facilitador para o ensino e aprendizagem.

A *coleta* consistiu no momento no qual foram apresentadas aos alunos as questões-problemas, que revelaram os conceitos geométricos construídos e generalizados.

4.4.1 Metodologia Aplicada no Estudo Piloto

- Objetivos

O objetivo geral desse estudo foi analisar a formação de alunos do Curso de Pedagogia quanto a conceitos geométricos. Utilizamos um sistema de Geometria dinâmico, o software CG, como ferramenta para apresentação do curso e resolução de problemas, em um ambiente de interação presencial, com a finalidade de colher subsídios para implementação de um curso a distância, utilizando a tecnologia Tele-Cabri.

Os objetivos específicos de orientação para a análise do estudo-piloto foram: observar e analisar a interação, para o ensino de Geometria, utilizando o Cabri-Géomètre; analisar características do curso em seus aspectos didáticos (materiais,

dinâmica, seqüências, tempo, apresentação, avaliação, problemas); analisar desenvolvimentos conceituais e instrumentais consecutivos à formação inicial; descrever ações cooperativas instrumentais.

A metodologia utilizada na aplicação do experimento teve como princípio a Sequência de Fedathi, dando ênfase principalmente ao segundo passo da Sequência, que é a maturação. A ênfase dada a essa fase decorre dos objetivos do experimento, pois o nosso objetivo maior era observar o trabalho realizado pelas alunas na maturação dos problemas propostos, para apreendermos suas dificuldades e atitudes no que diz respeito ao domínio do CG, aos conceitos abordados, às interações e intervenções na resolução das atividades.

- Sujeitos

Os sujeitos que participaram deste estudo-piloto foram selecionados mediante a divulgação de um cartaz convite (Anexo 1) para alunos voluntários que tivessem os seguintes pré-requisitos: alunos do curso de Pedagogia da Universidade Federal do Ceará - UFC, que possuíssem noções de Informática e tivessem cursado a disciplina Ensino da Matemática. Inscreveram-se onze alunos para o experimento, mas somente oito participaram do curso. Como o número de voluntários foi pequeno, todos os inscritos participaram. A opção para fazermos o experimento com alunos da Pedagogia decorre do fato de buscarmos investigar como está acontecendo a formação Matemática desses professores, pois são eles que trabalham com a iniciação Matemática da criança nas séries iniciais do ensino fundamental, e, no Ceará, um grande número desses profissionais está ministrando aula também nas séries terminais do ensino fundamental.

No Quadro 10, descrevemos o perfil das alunas participantes do experimento. Os dados foram obtidos a partir da ficha de inscrição (Anexo 2).

QUADRO 10 - Descrição do perfil das alunas participantes do Estudo Piloto 1				
Identificação⁸	Idade/ Sexo	Período Universitário	Experiência em Informática	Experiência em Educação

⁸ Os nomes atribuídos às alunas são fictícios, pois algumas delas preferiram o anônimo.

Bruna	25 / F	7º	Não	3ª série - Reforço escolar (Ensino Fundamental)
Karina	20 / F	3º	Sim	1ª a 6ª séries - Inglês (Ensino Fundamental)
Bianca	27 / F	Último semestre	Sim	2ª série (Ensino Fundamental)
Sara	30 / F	8º	Sim	Não
Carla	24 / F	7º	Sim	Pré – Escolar
Michele	33 / F	9º	Não	1ª a 4ª série - Polivalente 5ª e 6ª série – Matemática
Iris	28 / F	Último semestre	Não	2ª série – Polivalente (Ensino Fundamental)
Taís	21 / F	7º	Sim	4º a 7ª série – Mat. Port. Hist. Geo. e Ciências

Como as alunas participaram do experimento na condição de voluntárias, foi difícil conseguirmos uma participação efetiva delas em todas as sessões trabalhadas, conforme nos mostra o Quadro 11.

QUADRO 11 – Participação das alunas nas sessões do Estudo Piloto 1⁹									
Sessão	Data	ALUNAS							
		Bruna	Karina	Bianca	Sara	Carla	Michele	Iris	Taís
1ª	26/04	X	F	X	F	X	X	X	F
2ª	08/05	X	X	X	X	X	X	F	X
3ª	10/05	X	X	X	X	X	X	F	X
4ª	15/05	X	X	F	X	F	X	X	X
5ª	17/05	X	X	X	F	X	F	F	F
6ª	22/05	X	X	F	X	X	X	X	F
7ª	24/05	X	X	X	F	X	F	X	X
8ª	29/05	F	X	X	X	F	X	X	F
9ª	31/05	F	F	X	X	F	X	F	X
10ª	05/06	X	F	X	X	F	X	X	F
11ª	07/06	X	F	X	X	F	X	F	F

- Procedimentos

As sessões do estudo-piloto aconteciam em dois encontros semanais (2ª e 4ª feiras), no horário de 8 às 9 da manhã e obedeciam a seguinte sistemática: momentos expositivos realizados pelo professor-pesquisador com participação das alunas,

⁹ X = Presente e F = Faltou.

seguidos de resolução de atividades no computador com o software CG e discussões da atividade em grupo, utilizando o computador, telão e quadro-branco com pincel. Durante a realização das atividades, as alunas foram incentivadas pelo professor a interagir com os colegas, quando necessário, e a solicitar a ajuda dos monitores e/ou do professor para tirar possíveis dúvidas.

As atividades do curso abordaram os seguintes conteúdos: *paralelas e perpendiculares; ponto médio; bissetriz; triângulo retângulo; paralelogramo; divisão de segmentos; simetria e semelhança* (Anexos 3 a 13). A escolha desses conteúdos se deu pelo fato de serem conhecimentos básicos da Geometria Plana, os quais os alunos já deveriam ter, de vez que fazem parte do currículo escolar do Ensino Fundamental. Ao todo, foram trabalhadas 11 atividades, sendo 9 na parte de formação e 2 na parte de coleta. As atividades trabalhadas na formação baseavam-se na resolução de itens, de vez que tínhamos também a intenção de levar os alunos a realizarem determinadas tarefas inerentes ao programa e a efetivarem determinadas ações e observações frente ao que estavam construindo. Já as atividades da coleta foram postas em forma de problemas, pois, nessa fase, o intuito era observar a aplicação de conceitos geométricos na resolução das questões.

As sessões foram implementadas por um grupo de trabalho que tinha as seguintes funções: 1 professor- responsável pela aula; 2 monitores - mediação de dúvidas; 2 observadores - anotavam momentos importantes na aula como interação, dúvidas e erros; 1 filmador - acompanhava todo o grupo, focando o professor, os alunos e as interações, e 2 membros para equipe técnica - manutenção dos computadores, instalação dos programas e verificação dos equipamentos. O grupo de trabalho foi composto por professores da FACED/UFC, alunos de doutorado, mestrado e graduação, das áreas de Pedagogia e Matemática.

Os dados foram coletados, durante as sessões, através de gravação com câmara, com o programa ScreenCam¹⁰ (que grava som e imagem das ações no computador) e fichas de observação (Anexo 14). As sessões foram realizadas mediante o acontecimento de suas análises *a priori* e *a posteriori* por todo o grupo

envolvido; as discussões realizadas nas análises foram gravadas em fita cassete para servirem posteriormente de objeto de análise. Além disso, após cada sessão, foram aplicados com as alunas questionários individuais (Anexo 15) de análise da sessão e, ao final, uma entrevista com o grupo pesquisado a fim de obter uma avaliação geral a respeito do experimento (Anexo 16).

A seqüência didática escolhida teve como objetivo essencial, familiarizar os alunos com o software e alguns conceitos matemáticos/geométricos úteis para a resolução dos problemas na fase da coleta. As atividades utilizaram, também, construções geométricas que induziam à reflexão.

4.5 A utilização do software ScreenCam¹¹ como instrumento de apoio a pesquisa em Informática Educativa



O software Lotus ScreenCam foi desenvolvido pela Lotus Development Corporation em 1995.

Figura 14 – Tela de abertura do ScreenCam

4.5.1 Conhecendo o software Lotus ScreenCam

O ScreenCam é um software criado pela Lotus, que permite gravar as ações realizadas na tela de um computador em sistemas do Microsoft Windows (a partir do Windows 95). O arquivo por ele criado captura todos os movimentos do mouse, eventos e ações da tela, possibilitando gravar som e imagem de maneira automática e simultânea; os arquivos poderão ser reproduzidos posteriormente através de um filme gerado pelo programa. No momento em que está sendo utilizado, o SC¹²

¹⁰ O ScreenCam é um software criado pela Lotus Development Corporation em 1995, que permite gravar as ações realizadas na tela de um computador em sistemas do Microsoft Windows (a partir do Windows 95).

¹¹ Endereço do ScreenCam na Internet: www.lotus.com/ScreenCam.

¹² Daqui por diante, adotaremos a notação SC para o nome ScreenCam.

assemelha a capacidade do computador a um videocassete, pois, além de gerar os arquivos de filme, permite que estes possam ser unificados, editados e acrescidos de narrações, sem perder a qualidade da imagem real e do som.

Sua criação se deu essencialmente para fins comerciais, principalmente para as empresas vendedoras de softwares, a partir da própria Lotus. Ao criar o software, o principal objetivo da Lotus era atender clientes que necessitavam trabalhar com demonstrações de softwares. Antes do SC, para vender e demonstrar softwares, as empresas precisavam treinar grande número de funcionários e trabalhar com apostilas montadas com figuras capturadas da tela. Com ele, possibilitou-se a essas empresas a montagem e geração de filmes e CD's de qualidade, que favoreceram de maneira significativa o treinamento de clientes, as demonstrações a respeito de seus softwares, permitindo também que essas reduzissem os custos associados à venda.

Ao ser ativado, o SC demora alguns segundos para permitir a gravação, aparecendo logo após a janela abaixo (figura 15), que deve ser confirmada através do OK, para iniciar a gravação.

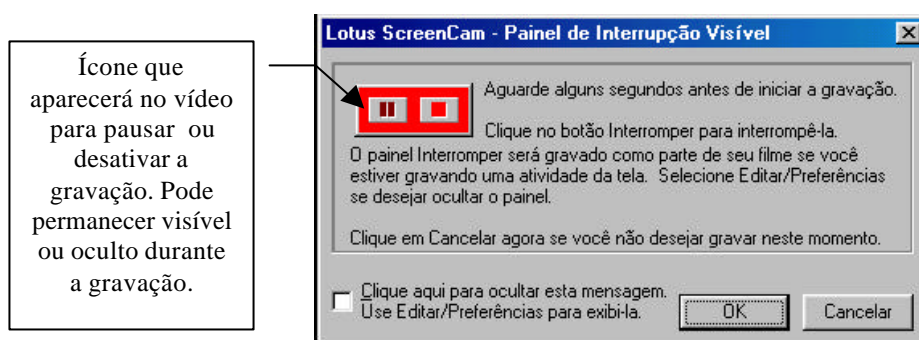


Figura 15 - Painel de interrupção visível durante uma gravação no software ScreenCam

4.5.2 O Trabalho com o ScreenCam no Tele-Cabri

Podemos perceber que a cada dia aumentam a necessidade e o interesse do desenvolvimento de pesquisas na área de Informática Educativa. Essa necessidade é consequência da utilização cada vez maior do computador no ambiente educativo.

Conforme mencionamos no Capítulo 2, o uso do computador na educação no Brasil já data de aproximadamente 30 anos e o que podemos notar é uma história de experiências e projetos que muito contribuíram para o desenvolvimento e o estágio atual da Informática Educativa, mas que também falharam em muitos aspectos. Entre eles, podemos destacar a falta de software com fins educacionais, projetos político-pedagógicos de acordo com a realidade educacional e o conhecimento acerca de situações que incorporem o uso do computador de maneira pedagógica, vindo a contribuir para a aprendizagem e o desenvolvimento cognitivo do aluno.

Nesse contexto, pesquisas utilizando o SC serão de grande importância, pois os filmes gerados pelo programa permitem detalhar minúcias sobre a realização das tarefas realizadas pelos sujeitos pesquisados, tornando mais fácil identificar quais são realmente os fatores que interferem ou que determinam a evolução da aprendizagem numa situação de ensino trabalhada no computador.

O potencial do SC permite ao pesquisador perceber de maneira detalhada todas as movimentações do sujeito no ambiente computacional escolhido (software). À medida que o programa grava som e imagem, revela de maneira sincrônica as ações dos sujeitos e os diálogos estabelecidos naquele momento entre os sujeitos do ambiente pesquisado.

Outra vantagem do programa, é permitir que o pesquisador tenha um universo maior de indivíduos em uma pesquisa em relação aos processos tradicionais de observação, nos quais o pesquisador não consegue acompanhar vários sujeitos ao mesmo tempo, perdendo, assim, vários momentos importantes e significativos para a análise final dos resultados. Outra consideração interessante, é que o uso do SC pode dispensar a participação do pesquisador em alguns momentos, diminuindo nos sujeitos pesquisados a sensação de vigilância em suas ações, levando-os, portanto a atuar de maneira menos apreensiva e mais natural, fator que contribuirá para que os resultados sejam fidedignos.

Apesar da rica possibilidade oferecida pelo SC, é importante que a coleta de dados que contemple seu uso seja complementada e acompanhada do uso paralelo de outros instrumentos de coleta, como câmara filmadora, fichas de observação, gravador e questionários. O uso desses outros instrumentos são de grande importância pelo fato de que, caso os arquivos do SC sejam perdidos ou pela falta de energia elétrica no momento da gravação, ou por serem apagados do computador, a pesquisa não é totalmente invalidada, podendo-se recorrer também aos dados coletados através dos outros instrumentos utilizados.

O SC foi utilizado no projeto Tele-Cabri para gravar as sessões de trabalho desenvolvidas pelas alunas, de per se, em seu computador. Os dados que discutiremos posteriormente tiveram como fonte principal os arquivos gerados pelo SC. Este material foi a principal fonte de nossas análises, pois trouxeram-nos informações muito precisas acerca das mediações ocorridas entre professor-aluno, aluno-monitor e aluno-aluno e aluno-computador, isso através da fala do professor, comentários, intervenções, perguntas e respostas dos alunos, manipulação e resolução das atividades no ambiente do software CG.

O SC apresenta grande facilidade de uso. Seus filmes podem ser armazenados em páginas da rede Internet e assistidos até mesmo por quem não tem o programa. Um dos problemas ainda não resolvidos na pesquisa com o uso desse software é o fato de não ser possível utilizar paralelamente com ele outro software que utilize som.

Os dados analisados foram organizados a partir do banco de dados que montamos com as transcrições obtidas dos arquivos gerados pelo SC. A figura 16 nos mostra uma tela capturada do computador no momento em que assistíamos a um dos arquivos de Bianca (aluna participante do Estudo-Piloto 1) que estava resolvendo a atividade sobre Ponto Médio. A janela do SC indicada permanece ativada no momento em que estamos assistindo ao filme. Através dela, podemos aumentar ou diminuir o volume de som, avançar o arquivo, caso determinados momentos não sejam de nosso interesse, pausar ou fechar o arquivo.

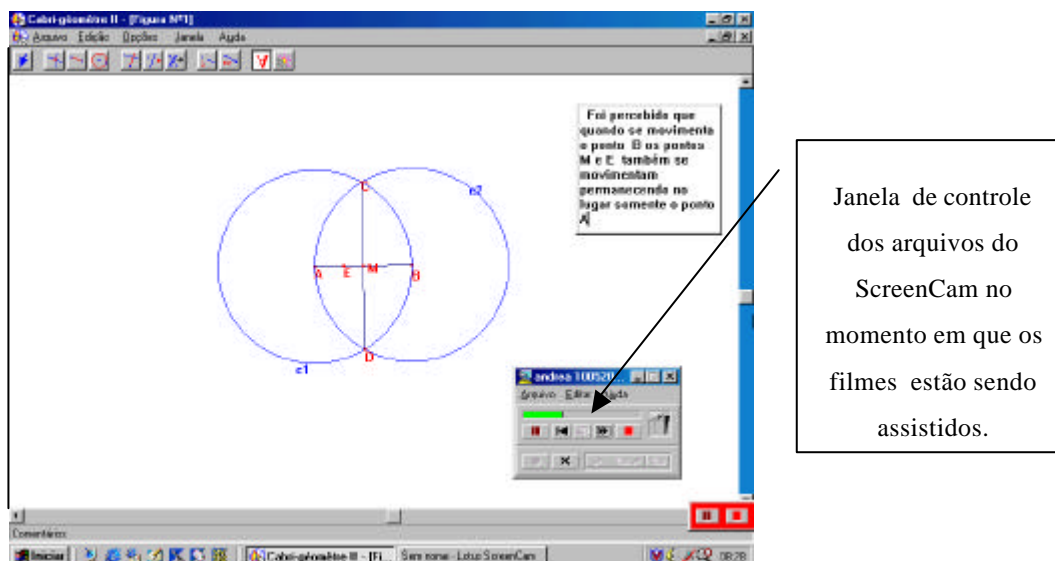


Figura 16 – Janela de controle dos arquivos do ScreenCam

Para uma análise detalhada das realizações e falas dos arquivos do SC, adotamos um modelo de protocolo para transcrição que constava de: ação, fala, figura e comentários (Anexo 16).

A idéia da utilização do SC como instrumento de auxílio à pesquisa foi uma “grande sacada” da coordenação geral do Tele-Cabri, pois o SC é um software criado para fins comerciais, no entanto, reconhecemos nele grande potencial para a pesquisa em informática educativa.

O SC permite ao pesquisador perceber de maneira detalhada todas as movimentações do sujeito no ambiente computacional. À medida que o SC grava som e imagem, revela de maneira sincrônica as ações dos sujeitos no ambiente computacional e a fala. Outra vantagem do programa é que o pesquisador poderá ter um universo bem maior de sujeitos pesquisados em relação aos processos tradicionais de observação, pois neles o pesquisador não consegue acompanhar todos os sujeitos ao mesmo tempo, perdendo, assim, vários momentos importantes e significativos para a análise final dos resultados, sendo que no SC todos esses momentos ficam gravados.

CAPÍTULO 5 – ANÁLISE DOS DADOS

5.1 Análise das sessões do Estudo-Piloto 1

Durante a realização das atividades do Estudo-Piloto 1, pudemos observar que as alunas se depararam com dificuldades de origens variadas. Algumas dúvidas por elas manifestadas, por mais simples que nos pareçam ser, chegavam a impedir a continuidade das tarefas caso não fossem esclarecidas. Agrupamos as dificuldades manifestadas pelo grupo em três tipos: *dificuldades no gerenciamento do computador, no domínio do software Cabri-Géomètre e na compreensão de conceitos geométricos.*

5.1.1 Dificuldades no gerenciamento do Computador

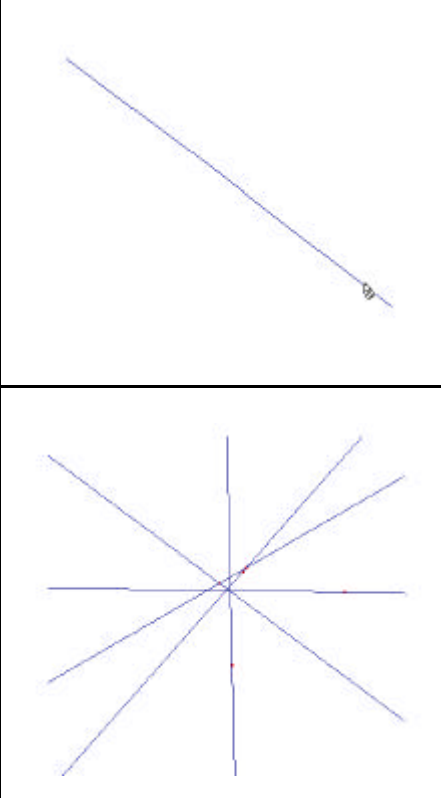
Apesar do computador estar cada vez mais disseminado em nosso meio, apropriar-se da lógica inerente ao seu modelo e suas funções é algo que requer exercício e alguns esclarecimentos básicos. Vejamos abaixo algumas dificuldades identificadas nas alunas pesquisadas, como também na maioria de usuários iniciantes do computador.

- **Utilizar o mouse de maneira adequada.**
- **Interpretar a janela inicial do computador: funções dos ícones e das opções dos menus.**
- **Salvar, nomear e localizar arquivos, principalmente no disquete.**
- **Localizar e abrir programas.**
- **Manipular arquivos e pastas no gerenciador de arquivos.**
- **GERENCIAR O USO DOS COMPUTADORES CONECTADOS EM REDE.**
- **Interpretar as variações e funções das teclas.**

5.1.2 Dificuldades no domínio do software Cabri-Géomètre

Os resultados de nossas análises confirmam que a apropriação do software Cabri-Géomètre por parte dos alunos não é de fato tão problemática. Ainda assim, verificamos que algumas dificuldades foram mais persistentes e comuns à maioria no grupo. Ilustraremos a seguir alguns exemplos dos casos mais recorrentes nas alunas pesquisadas, procurando fazer breve análise sobre cada um deles, através dos protocolos extraídos dos arquivos transcritos do SC.

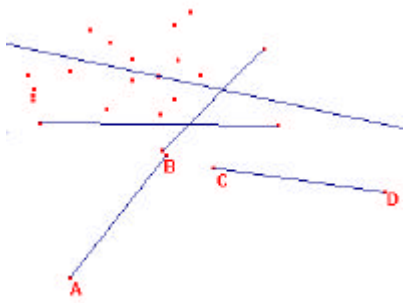
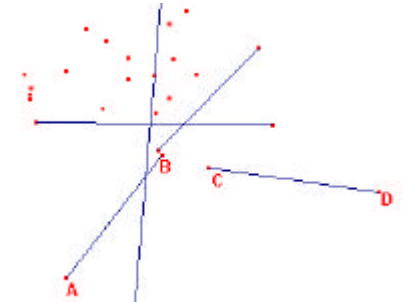
- Mudar de função

Protocolo 1: Bianca	
<p><i>...Enquanto o professor explica as funções dos menus, Bianca fica girando o cursor, faz uma reta mas não consegue soltá-la, fica girando de todos os lados constantemente, depois de alguns minutos consegue completar a reta e continua desenhando várias retas por não conseguir mudar de função...</i></p> <p><i>...Depois da explicação do professor sobre os menus, constrói uma reta sobre um ponto e diz que não tem mais dúvida.</i></p>	

Essa é uma das dificuldades mais presentes para quem

está iniciando os primeiros contatos com o CG. Isso acontece porque, enquanto o aluno não mudar de opção, cada vez que clicar na tela, continuará reproduzindo a última função escolhida. No exemplo acima, existe ainda um aspecto relacionado ao traçado da reta: é que para determiná-la é preciso dar dois cliques, um para determinar a posição no plano e outro para definir o sentido. Geralmente as alunas davam apenas um clique e ficam girando o mouse na tentativa de soltar a reta por desconhecerem que precisam dar dois cliques.

- Apagar objetos

Protocolo 2: Karina	
<p><i>Karina desenha vários pontos, segmentos e retas, fica passando o mouse próximo aos objetos construídos, vai na opção apagar e passa o mouse sobre os objetos. Depois clica no ponteiro e movimenta a reta e um segmento. Chama o monitor e pergunta:</i></p> <p><i>- Como é que eu faço para apagar tudo isto? Eu já fui no menu, já apertei delete e nada deu certo...</i></p>	
<p><i>O monitor diz:</i></p> <p><i>- É que você tem que clicar primeiro no objeto depois é que você aperta delete, só quando o objeto está piscando...</i></p>	

Para apagar um objeto construído no ambiente do CG é preciso primeiro selecionar o (s) objeto (s) e depois ir para a opção apagar ou pressionar a tecla *delete*. A seleção dos objetos pode ser feita clicando diretamente sobre o objeto a ser apagado ou selecionando-o através de uma caixa retangular que será ativada na tela quando o mouse for arrastado sobre os objetos. Para tanto, é preciso que a função

Ponteiro esteja ativada (para mudar de qualquer opção para a opção *ponteiro* basta pressionar a tecla ESC) ou ainda através do menu edição, mandando selecionar todos os objetos. É importante que o aluno conheça as diferentes formas de executar um mesmo comando a fim de que possa escolher a forma mais prática e conveniente para a atividade que estiver desenvolvendo.

CAPÍTULO 5 – ANÁLISE DOS DADOS

5.1 Análise das sessões do Estudo-Piloto 1

Durante a realização das atividades do Estudo-Piloto 1, pudemos observar que as alunas se depararam com dificuldades de origens variadas. Algumas dúvidas por elas manifestadas, por mais simples que nos pareçam ser, chegavam a impedir a continuidade das tarefas caso não fossem esclarecidas. Agrupamos as dificuldades manifestadas pelo grupo em três tipos: *dificuldades no gerenciamento do computador, no domínio do software Cabri-Géomètre e na compreensão de conceitos geométricos.*

5.1.1 Dificuldades no gerenciamento do Computador

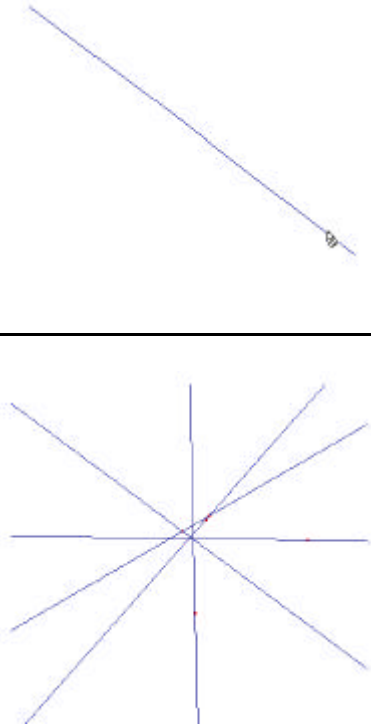
Apesar do computador estar cada vez mais disseminado em nosso meio, apropriar-se da lógica inerente ao seu modelo e suas funções é algo que requer exercício e alguns esclarecimentos básicos. Vejamos abaixo algumas dificuldades identificadas nas alunas pesquisadas, como também na maioria de usuários iniciantes do computador.

- **Utilizar o mouse de maneira adequada.**
- **Interpretar a janela inicial do computador: funções dos ícones e das opções dos menus.**
- **Salvar, nomear e localizar arquivos, principalmente no disquete.**
- **Localizar e abrir programas.**
- **Manipular arquivos e pastas no gerenciador de arquivos.**
- **GERENCIAR O USO DOS COMPUTADORES CONECTADOS EM REDE.**
- **Interpretar as variações e funções das teclas.**

5.1.2 Dificuldades no domínio do software Cabri-Géomètre

Os resultados de nossas análises confirmam que a apropriação do software Cabri-Géomètre por parte dos alunos não é de fato tão problemática. Ainda assim, verificamos que algumas dificuldades foram mais persistentes e comuns à maioria no grupo. Ilustraremos a seguir alguns exemplos dos casos mais recorrentes nas alunas pesquisadas, procurando fazer breve análise sobre cada um deles, através dos protocolos extraídos dos arquivos transcritos do SC.

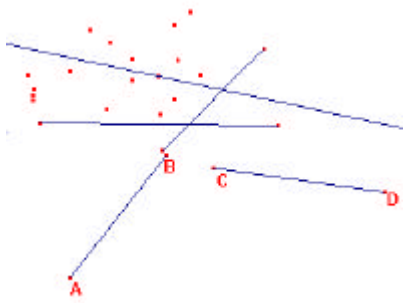
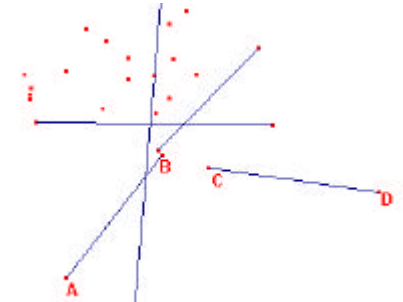
- Mudar de função

Protocolo 1: Bianca	
<p><i>...Enquanto o professor explica as funções dos menus, Bianca fica girando o cursor, faz uma reta mas não consegue soltá-la, fica girando de todos os lados constantemente, depois de alguns minutos consegue completar a reta e continua desenhando várias retas por não conseguir mudar de função...</i></p> <p><i>...Depois da explicação do professor sobre os menus, constrói uma reta sobre um ponto e diz que não tem mais dúvida.</i></p>	

Essa é uma das dificuldades mais presentes para quem

está iniciando os primeiros contatos com o CG. Isso acontece porque, enquanto o aluno não mudar de opção, cada vez que clicar na tela, continuará reproduzindo a última função escolhida. No exemplo acima, existe ainda um aspecto relacionado ao traçado da reta: é que para determiná-la é preciso dar dois cliques, um para determinar a posição no plano e outro para definir o sentido. Geralmente as alunas davam apenas um clique e ficam girando o mouse na tentativa de soltar a reta por desconhecerem que precisam dar dois cliques.

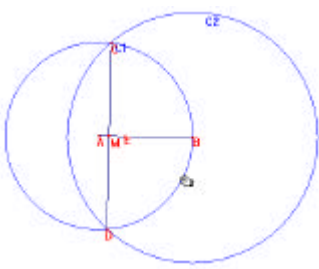
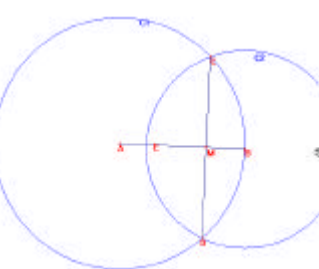
- Apagar objetos

Protocolo 2: Karina	
<p><i>Karina desenha vários pontos, segmentos e retas, fica passando o mouse próximo aos objetos construídos, vai na opção apagar e passa o mouse sobre os objetos. Depois clica no ponteiro e movimenta a reta e um segmento. Chama o monitor e pergunta:</i></p> <p><i>- Como é que eu faço para apagar tudo isto? Eu já fui no menu, já apertei delete e nada deu certo...</i></p>	
<p><i>O monitor diz:</i></p> <p><i>- É que você tem que clicar primeiro no objeto depois é que você aperta delete, só quando o objeto está piscando...</i></p>	

Para apagar um objeto construído no ambiente do CG é preciso primeiro selecionar o (s) objeto (s) e depois ir para a opção apagar ou pressionar a tecla *delete*. A seleção dos objetos pode ser feita clicando diretamente sobre o objeto a ser apagado ou selecionando-o através de uma caixa retangular que será ativada na tela quando o mouse for arrastado sobre os objetos. Para tanto, é preciso que a função

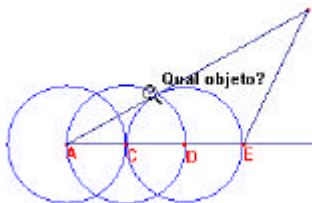
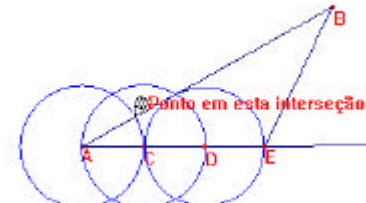
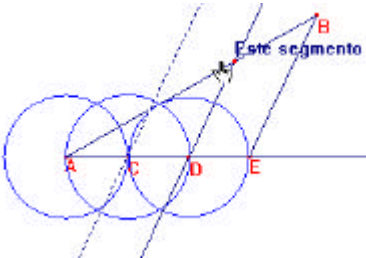
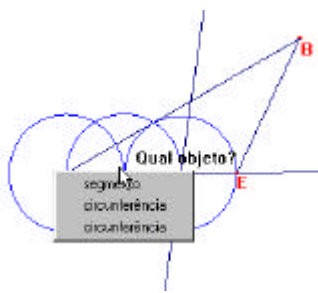
Ponteiro esteja ativada (para mudar de qualquer opção para a opção *ponteiro* basta pressionar a tecla ESC) ou ainda através do menu edição, mandando selecionar todos os objetos. É importante que o aluno conheça as diferentes formas de executar um mesmo comando a fim de que possa escolher a forma mais prática e conveniente para a atividade que estiver desenvolvendo.

- Construir figuras estáveis

Protocolo 3: Michele	
<p><i>MICHELE NOMEIA A INTERCESSÃO ENTRE AB E CD COMO M. RELÊ A QUESTÃO E DIZ:</i></p> <p><i>- AGORA TEM QUE MOVIMENTAR O PONTO M, COMO É QUE MOVIMENTA ?</i></p> <p><i>O MONITOR RESPONDE:</i></p> <p><i>- PRIMEIRO VOCÊ VAI NA SETINHA (PONTEIRO), AÍ VOCÊ SEGURA O PONTO COM A MÃOZINHA E PUXA. ARRASTE CADA UM DOS PONTOS E VEJA O QUE ACONTECE COM A CONSTRUÇÃO... ACHO QUE VOCÊ NÃO PRENDEU OS PONTOS À CIRCUNFERÊNCIA...</i></p>	
	

Construir figuras estáveis no ambiente do CG significa fazer construções que, ao serem movimentadas, mantenham fixas as relações inicialmente estabelecidas entre os objetos. Uma importante observação a ser feita é que a estabilidade da figura só será mantida se no momento da construção os pontos que unem os objetos tiverem sido marcados de maneira a pertencer a esses objetos não apenas no plano visual mas através de propriedades geométricas específicas; geralmente esses pontos são determinados como ponto de intercessão ou ponto sobre objeto. No exemplo acima, a aluna fez a construção correta no plano visual, mas, como não havia feito a fixação entre o ponto A e circunferência C2 através da intercessão, a construção inicial foi deformada quando a figura foi movimentada.

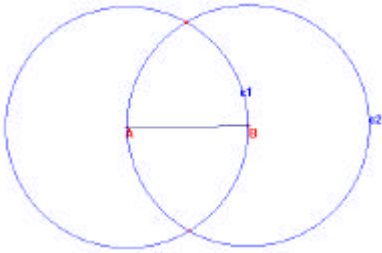
- Marcar ponto de interseção entre vários objetos

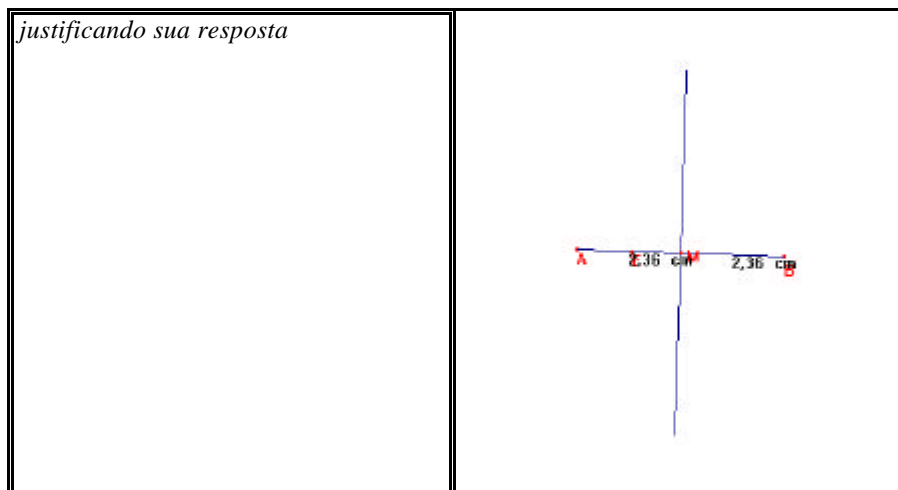
Protocolo 4: Sara	
<p>O professor explica que ela deve refazer a figura. Sara refaz, mais tem dificuldade para marcar os pontos de interseção em razão do número de objetos muito próximos um do outro; fica passando o mouse sobre os objetos mas não sabe em qual objeto deve clicar. Chama o professor e diz:</p> <p>- Professor eu não estou conseguindo fazer o ponto de interseção.</p> <p>O Professor responde:</p> <p>- A interseção é só marcar essa reta e esse segmento, basta você dar um clique na reta e no outro segmento. Quando tem muitos objetos uma técnica que a gente tem é dar um clique nos objetos que a gente quer, no caso a reta e o segmento; se você for marcar o ponto entre os objetos vai ficar bem mais trabalhoso.</p> <p>Bianca marca os pontos de acordo com a explicação do professor.</p>	
	
	
	

O CG APRESENTA DUAS MANEIRAS DE DETERMINAR PONTO DE INTERCESSÃO ENTRE OBJETOS E UMA DELAS É IR AO MENU NA OPÇÃO *PONTO DE INTERCESSÃO* E CLICAR NA INTERCESSÃO DOS OBJETOS OU ENTÃO CLICAR EM CADA OBJETO SEPARADAMENTE E O PRÓPRIO PROGRAMA DETERMINA O (S) PONTO (S) DE INTERCESSÃO ENTRE

ELES. NA MAIORIA DAS VEZES, QUANDO A FIGURA É COMPOSTA DE VÁRIOS OBJETOS, SENDO ELES MUITOS PRÓXIMOS UM DO OUTRO, O ALUNO ACABA TENDO DIFICULDADE PARA CLICAR NO LOCAL EXATO DA INTERCESSÃO. ASSIM, O PROGRAMA OFERECE DOIS TIPOS DE AUXÍLIO: NA PRIMEIRA OPÇÃO O PROGRAMA APRESENTA UMA ETIQUETA INFORMANDO *PONTO NESTA INTERCESSÃO ?*; ESTANDO OS OBJETOS MUITO PRÓXIMOS, O PROGRAMA APRESENTA UM PEQUENO MENU PARA QUE SE POSSA ESCOLHER QUAIS OBJETOS DEVEM SER SELECIONADOS NA DETERMINAÇÃO DA INTERSECÇÃO. PERCEBEMOS QUE, AO TRABALHAR ESSE ITEM COM UM ALUNO, É IMPORTANTE QUE SEJAM APRESENTADAS E EXPLICADAS AS DUAS MANEIRAS PARA QUE ELE POSSA ESCOLHER QUAL A MAIS ADEQUADA, DE ACORDO COM A SITUAÇÃO TRABALHADA. NO EXEMPLO ACIMA, A DIFICULDADE DA ALUNA PODERIA SER DECORRENTE DO NÚMERO DE OBJETOS E TAMBÉM POR DESCONHECER A SEGUNDA MANEIRA DE MARCAR A INTERCESSÃO.

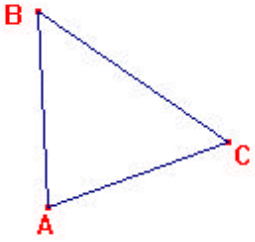
- Ocultar objetos

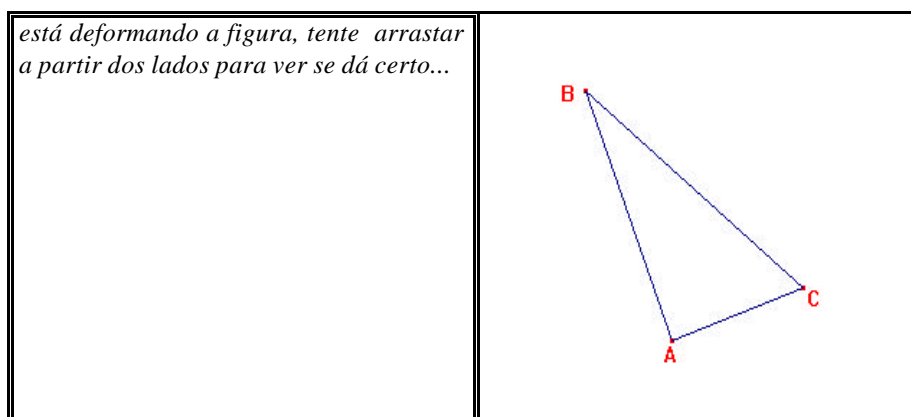
Protocolo 5: Bianca	
<p><i>Bianca chama o monitor e diz: Sim, e aqui, como é que faz para desaparecer?</i></p> <p><i>Monitor responde: Vá ao menu e oculte novamente as circunferências...</i></p> <p><i>...Oculta as circunferências e continua justificando sua resposta</i></p>	



De maneira diferente das construções geométricas realizadas com régua e compasso, nas quais as transferências de medida, na maioria das vezes, são demarcadas por arcos de circunferência, o CG trabalha sempre com a circunferência inteira. Assim, para que as construções não fiquem tão carregadas e com muitos objetos na tela, é importante que o professor oriente o aluno a ocultar os objetos que serviram apenas como ferramentas auxiliares na construção efetuada. Essa ferramenta é na maioria das vezes a circunferência.

- Arrastar e movimentar objetos

Protocolo 6: Taís	
<p><i>Taís chama o professor e diz:</i></p> <p><i>... Professor eu fiz o triângulo, mas toda vez que eu tento mudá-lo de lugar, ele faz é aumentar de tamanho, eu não consigo tirar ele do lugar.</i></p> <p><i>Professor responde:</i></p> <p><i>- É que você está arrastando o vértice e está deformando a figura, tente arrastar</i></p>	



O CG permite ao aluno arrastar e movimentar objetos construídos. Para realizar tais tarefas, deve ser observado que a movimentação das figuras depende do seu grau de liberdade, ou seja, depende das propriedades e vínculos estabelecidos com os objetos da construção. No exemplo acima, a aluna desejava apenas mudar o triângulo de lugar mas, como a figura havia sido feita via opção *polígono* e não construída com as propriedades inerentes a construção de triângulos, seus vértices estão livres para movimentação. Assim, quando a aluna tentou arrastar o triângulo pelo vértice B o que ela fez foi alterá-lo. Então, para mudá-lo de lugar, deveria fazê-lo arrastando qualquer um dos lados, pois estes permaneceriam invariantes pelo fato de que sua medida só é alterada quando são movimentados os pontos extremos dos segmentos.

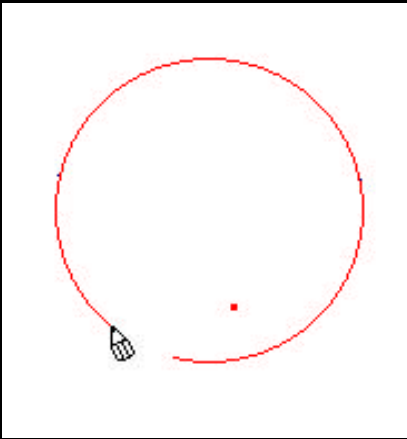
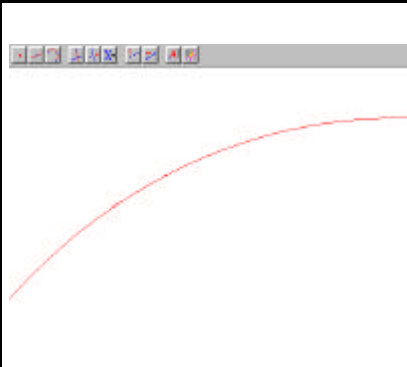
Uma das coisas que temos de salientar quanto à movimentação das construções no ambiente do CG, é que estas sejam exploradas pelos alunos através de situações de caráter investigativo, pelas quais o professor tente junto ao aluno, reproduzir o modelo de trabalho de um matemático (proposta da Sequência de Fedathi), pois, caso contrário, o aluno correrá o risco de utilizar a dinâmica da movimentação como simples recurso visual. Para potencializar o conhecimento matemático do aluno através do CG, é preciso que o professor seja também um pesquisador e investigador das situações inusitadas que surjam, buscando conhecer as vantagens e limitações do ambiente para explorá-las de maneira adequada.

5.1.3 Dificuldades com os conceitos da Geometria

Quanto aos conceitos de Geometria abordados, os campos conceituais que pareceram menos compreendidos foram: circunferência e arco, perpendicularismo,

bissetriz, simetria e divisão de segmentos. Como as alunas não possuíam bom domínio desses conceitos e também de suas construções geométricas, tiveram, também, dificuldades nos comandos do *cabri* ligados a eles.

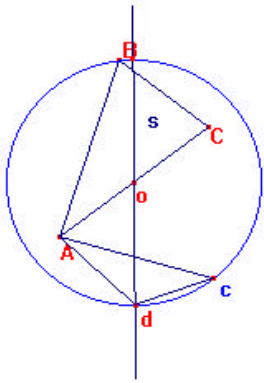
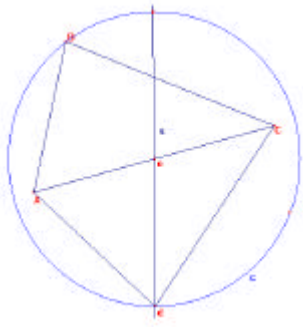
- CIRCUNFERÊNCIA E ARCO

Protocolo 7: Michele	
<p><i>Michele manipula o arco e tenta várias vezes fazer uma circunferência, buscando unir os dois pontos das extremidades do arco. Pergunta para Bruna:</i></p> <p><i>- Por que quando consigo juntar os pontos ela some ou então aumenta de tamanho?</i></p> <p><i>Faz a mesma pergunta para o Professor, ele responde:</i></p> <p><i>- É porque é um arco.</i></p> <p><i>O professor pede para ela selecionar tudo e apagar, ela seleciona, mas não acha a opção apagar e pede ajuda para ele novamente.</i></p>	 

Nessa tarefa, a aluna selecionou a função arco para fazer uma circunferência. Faz várias tentativas para traçar a circunferência com o arco, mas não consegue. Isto foi feito também por outras alunas: elas manipulavam o arco, tentando aproximá-lo para completar uma circunferência mas não conseguiam. Não entendiam o porquê das formas assumidas pela curva determinada pelo arco quando este era movimentado. Foi possível perceber que elas não tinham claro o conceito de arco, tanto pelo fato de terem escolhido a opção *arco* quando na realidade deveriam ter escolhido a função *circunferência*, como também por não conseguirem compreender o porquê das formas e posições assumidas pelo objeto quando este era movimentado.

Verificamos ainda que algumas das alunas confundiam o conceito de círculo e circunferência. Essa dificuldade apareceu nas primeiras atividades, quando as alunas tinham que marcar os pontos de intercessão entre duas circunferências e elas queriam marcar a área de intercessão entre as duas circunferências e não os pontos.

- Paralelogramo

<i>Protocolo 8: Iris</i>	
<p><i>O Professor fala:</i></p> <p>- Na aula passada, nós começamos a trabalhar com o paralelogramo. Quais são as características fundamentais dos paralelogramos ?</p> <p><i>Uma aluna responde:</i> É que ele está dentro do círculo.</p> <p><i>Professor diz:</i> - Sim, mas quais são as características do paralelogramo, aqui ele está dentro da circunferência por causa da construção.</p> <p><i>Iris responde:</i> Eu não sei.</p>	
	

Nessa atividade, as alunas deveriam construir um paralelogramo, sendo que essa construção foi realizada através do passo-a-passo indicado pela tarefa. Ao final da construção, as alunas deveriam fazer as medições dos segmentos e ângulos da figura a fim de estabelecer relações entre eles e apresentarem conclusões acerca da figura construída. Percebemos que a maioria das alunas só conseguiu construir a figura correta depois da mediação do professor/monitor. Mesmo assim, depois da construção correta, eles não conseguiam estabelecer relações da figura construída com as propriedades dos paralelogramos, levando-nos a concluir que a maioria do grupo desconhecia as propriedades inerentes aos paralelogramos.

- Retas Perpendiculares

Protocolo 9: Bianca

Passa um tempo sem mexer no computador e batendo na carteira, depois começa a escrever: “Mesmo com o movimento ela não sai do lugar, não deixa de estar ligada a A e B”. Responde sim no item 6 e continua escrevendo: “a justificativa daqui é a mesma do item 5”. Pedir ajuda para o monitor. O monitor pede para que leia novamente o enunciado da questão. Ela justifica dizendo que aquela era a interpretação dela.

O monitor pergunta:

- O QUE VOCÊ ENTENDE POR PERPENDICULAR?

Bianca responde:

- É que a reta continua entre A e B, fazendo a junção entre A e B, está entre A e B, está no meio de A e B, corta AB.

O monitor responde:

- Ela poderia estar no meio de A e B, continuar entre A e B e quando você movimentasse as retas deixariam de ser perpendiculares, você sabe por que ?

Bianca:

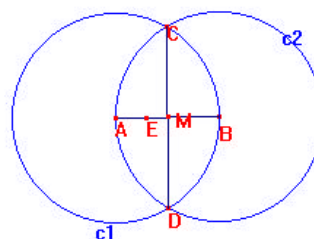
-Não.

Monitor:

- Isso depende do ângulo formado entre as retas. Eles têm que ser de 90° . Perpendicular quer dizer unidas por ângulos de 90° .

Bianca pergunta:

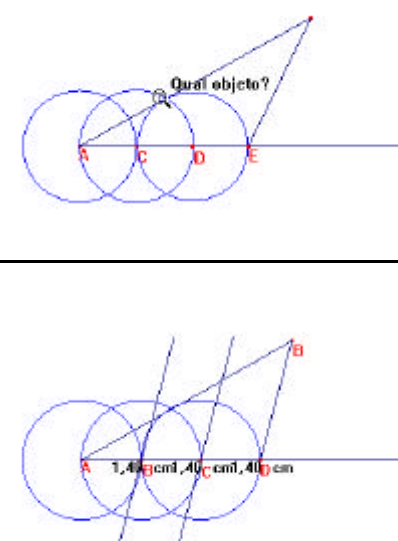
- Na resposta preciso falar de ângulos e graus ? Eu não sei isto.



Neste exemplo, podemos perceber que a aluna tem dificuldade para conceituar o que são retas perpendiculares. Na

tentativa de explicar o que são retas perpendiculares, ela acaba associando a perpendicularidade ao fato de a reta passar pelo ponto médio e ao fato de as retas serem concorrentes. Acreditamos que as representações das alunas têm sobre a apresentação visual de um ângulo reto também influenciou no reconhecimento das retas perpendiculares, pois, na maioria das vezes, o ângulo reto só é reconhecido quando acompanhado do símbolo \perp . Na hora em que ele é colocado em posições inclinadas e sem o símbolo que o caracteriza, os alunos já apresentam dificuldade para identificá-lo.

- DIVISÃO DE SEGMENTOS

<i>Protocolo 10: Bruna</i>	
<p><i>Monitor ajuda na compreensão dos objetivos da tarefa. Ensina a traçar paralelas no Cabri.</i></p> <p><i>A aluna resolve os itens da atividade, orientada pelo professor mas continua sem entender o conceito que está sendo utilizado. Para verificar se os segmentos ficaram iguais, acaba medindo o raio das circunferências e não os segmentos que dividiu através das paralelas.</i></p> <p><i>Ao final consegue resolver a atividade mas diz que não sabe fazer a construção sozinha.</i></p>	

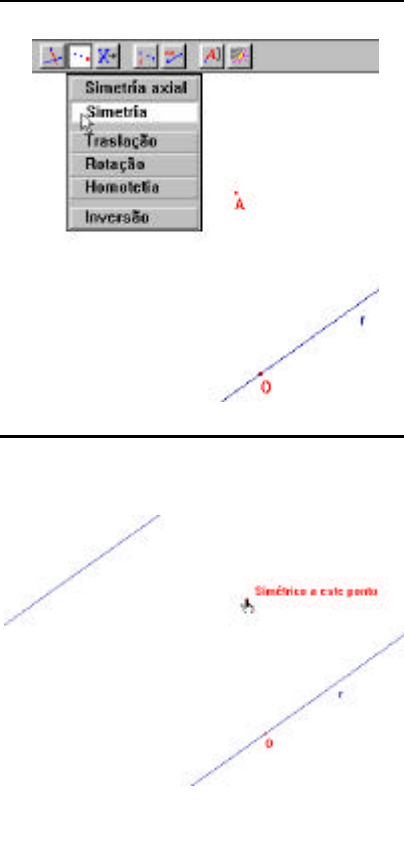
Conforme a fala da própria aluna e sua resolução verificamos aqui uma ocorrência do que Brousseau denominou de Efeito Topázio, pois, o professor acabou dando tantas dicas que a aluna chegou a resolver a atividade mas não conseguiu apreender o conhecimento utilizado na resolução. O fato nos comprova mais uma vez a necessidade de debruçar-se sobre a atividade, na busca de constituir

o conhecimento matemático, sendo o professor apenas o mediador entre o aluno e o saber (fase correspondente à maturação na Sequência de Fedathi e às situações didáticas na Teoria das Situações Didáticas).

Realmente, todas as alunas pesquisadas tiveram muita dificuldade para resolver a atividade sobre divisão de segmentos. Acreditamos que essa dificuldade é consequência do pouco conhecimento acerca do Teorema de Tales e do trabalho com as construções geométricas, conhecimentos que deveriam ter sido bem explorados na escola básica. Como o ambiente do CG possibilita a movimentação dos pontos, a solução que as alunas apresentaram foi colocar pontos sobre o segmento, medir as subdivisões e ajustar os pontos até que as medidas ficassem iguais, solução essa que logo foi descartada pelo professor pelo fato de não utilizar propriedades geométricas. Na resolução do item para dividir o segmento em duas partes iguais, duas das alunas utilizaram a propriedade do ponto médio, mas logo verificaram que esta propriedade não poderia ser transposta para resolver os outros itens que pediam para dividir em três, cinco e seis partes iguais. Neste momento o professor iniciou uma discussão, chamando a atenção das alunas para observarem que precisariam de um conhecimento mais geral que pudesse ser aplicado a qualquer um dos itens e não apenas a um deles (etapa correspondente ao quarto estágio da Sequência de Fedathi, que é a prova).

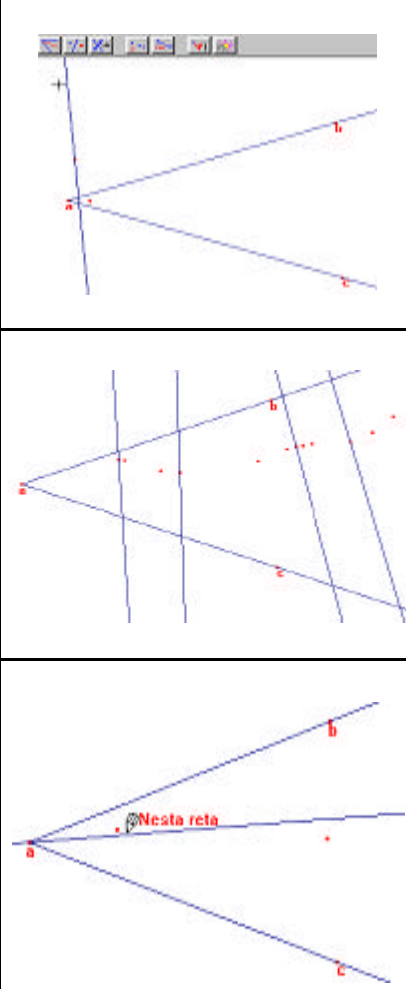
- SIMETRIA

Protocolo 11: Michele

<p><i>Marca um ponto depois tenta fazer seu simétrico. Apaga tudo. Refaz o ponto e traça novamente seu simétrico. Traça uma reta pelo ponto central da simetria. Apaga tudo. Faz três pontos não colineares e apaga. Faz um ponto e apaga. Faz uma reta, depois faz dois pontos: um fora da reta e nomeia como A, outro sobre a reta e nomeia como B. Clica na opção simetria, depois na reta, faz a simétrica da reta e diz:</i></p> <p><i>- Não sei por que que toda vez que eu faço essa construção aparece essa paralela aí? Eu digo simétrico a este ponto aí aparece essa reta.</i></p> <p><i>A aluna refaz várias vezes o comando da simetria, mas ao final não consegue compreender nem resolver o problema.</i></p> <p><i>Ao final, ela diz:</i></p> <p><i>- Acho que quando chegar em casa vou direto estudar simetria eu não sei mais nada disso.</i></p>	
--	---

Nesta atividade, Michele tentou várias vezes fazer o simétrico do ponto A através da opção simetria do CG, mas não conseguiu. Em suas tentativas, acaba fazendo a simétrica da reta r, isso em razão de haver selecionado a opção simetria e clicado primeiro sobre a reta r e só depois no ponto A. Michele repete a mesma ação várias vezes mas não consegue resolver o problema. Parecia não ter noção de que objeto deveria selecionar primeiro. Também não lia as informações oferecidas pelos comandos na tela do computador, apenas clicava incessantemente. Acreditamos que a aluna não tinha clareza sobre o eixo de referência que lhe auxiliaria a determinar o simétrico do ponto A, pois, depois de selecionar o ponto A, ela clicava em vários lugares da tela inclusive na reta r, chegando a construir o ponto simétrico de A de maneira intuitiva, sem perceber, chegando mesmo a apagá-lo.

- ÂNGULO

<i>Protocolo 12: Taís</i>	
<p><i>Taís:</i> - Mas a gente clica, clica e a bissetriz não aparece ... e se a gente fizer uma semi-reta não vai ficar como bissetriz. A gente clica e não consegue...</p> <p><i>O professor, então, pede para a aluna olhar na ajuda do programa sobre bissetriz,</i></p> <p><i>Taís lê a ajuda: “Constrói a bissetriz de um ângulo que é indicado mediante três pontos: um ponto em um de seus lados, ponto no vértice e um ponto no outro lado.” Ela lê mas diz que, mesmo assim, não consegue fazer.</i></p> <p><i>O professor diz:</i> - “Clique no ponto c, a e b.” Ela clica e diz:</p> <p>- Eu pensava que quando a gente clicava na opção bissetriz e depois clicava no ângulo a e já dava certo.</p>	

Durante a resolução desta atividade pela aluna, percebemos que o conceito que tinha sobre ângulo estava associado apenas ao vértice. Por várias vezes, ela tentou traçar a bissetriz clicando vértice A, desconsiderando as semi-retas que compõem os lados. Percebemos também em outras atividades que as alunas tinham dificuldade para identificar o ângulo de uma figura. Este fato se tornou bem perceptível na resolução da atividade sobre construção de retas perpendiculares. Observamos que, ao movimentar a construção das perpendiculares, as alunas percebiam a invariância da figura, mas não estabeleciam relação com o ângulo e sua medida. Verificamos ainda que o obstáculo das alunas para traçar a bissetriz do ângulo estava ligada também à malformação do conceito de ângulo e, por não saberem como demarcá-lo no CG, não sabiam que necessitavam informar ao programa o ângulo desejado, marcando três pontos para identificar os lados e vértice do ângulo no qual deveria ser traçada a bissetriz.

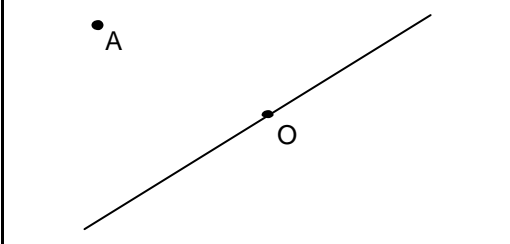
A compreensão do conceito de ângulo é algo um pouco complexo para os alunos, principalmente quando este precisa identificá-lo a partir de um polígono, pois a representação que eles trazem de ângulo está sempre associada ao vértice ou às semi-retas de mesma origem, atrelada ainda a posição da figura, ou seja, na hora em que o ângulo é mudado de posição, a maioria dos alunos acha que sua medida também é alterada ou então não conseguem reconhecer que, mesmo em outra posição, o ângulo continua sendo o mesmo. Com isso, salientamos que a dinâmica propiciada pelo ambiente do CG poderá ser bastante útil para o ensino desse conceito, pois nele o aluno poderá fazer medições e movimentações que o auxiliarão nas constatações e conclusões acerca do conceito estudado.

5.2 ANÁLISE DO MODELO DAS ATIVIDADES

AS ATIVIDADES TRABALHADAS NO ESTUDO-PILOTO 1 FORAM DIVIDIDAS EM DOIS ESTILOS: UM MODELO PARA A FASE DE FORMAÇÃO E OUTRO PARA A DE COLETA. AS ATIVIDADES DA FASE DA FORMAÇÃO ERAM APRESENTADAS SOB A FORMA DE RESOLUÇÃO DE ITENS E A DA COLETA COMO UMA SITUAÇÃO-PROBLEMA.

Vejamos abaixo os Quadros 12 e 13, referentes ao tipo de atividade aplicada em cada uma das fases.

QUADRO 12 - ATIVIDADE DA FORMAÇÃO – ASSUNTO: BISSETRIZ	
1.	Faça os pontos A, B e C não colineares.
2.	Construa uma semi-reta que passe pelos pontos A e B.
3.	Construa uma semi-reta que passe pelos pontos A e C.
4.	Trace a bissetriz do ângulo BAC, usando o comando BISSETRIZ.
5.	Faça um ponto D sobre a bissetriz, interno ao ângulo BÂC.
6.	Meça os ângulos BÂC, BÂD e DÂC.
7.	Mova os pontos A, B e C.
8.	O que acontece com as medidas dos ângulos BÂC, BÂD e DÂC quando movimentamos os pontos A, B e C ? Justifique.

QUADRO 13 – ATIVIDADE DA COLETA – ASSUNTO: TRIÂNGULO E SIMETRIA	
	<p>Construa um triângulo ABC isósceles, de modo que:</p> <ul style="list-style-type: none"> • B seja simétrico de A em relação a r; • sua base seja AB; • ABC seja inscrito no círculo c centrado em O.

APÓS ANÁLISES DAS RESOLUÇÕES, CONCLUÍMOS QUE O MODELO TRABALHADO NA FASE DA FORMAÇÃO, OU SEJA, ATIVIDADES FRAGMENTADAS COM RESOLUÇÃO DE VÁRIOS ITENS, NA MAIORIA DAS VEZES, NÃO GERA DESAFIOS AO RACIOCÍNIO, DIFICULTAM A COMPREENSÃO E ELABORAÇÃO DOS CONHECIMENTOS MATEMÁTICOS ABORDADOS, SENDO ESTAS MAIS EFICAZES PARA OS ALUNOS CONHECEREM E EXERCITAREM OS COMANDOS E FUNÇÕES RELATIVOS AO SOFTWARE. JÁ O MODELO TRABALHADO NA FASE DA COLETA É MUITO MAIS INSTIGATIVO, POIS, ALÉM DE MOTIVAR E CHAMAR A ATENÇÃO DO ALUNO PARA SUA RESOLUÇÃO POR SER UM PROBLEMA, POSSIBILITA, TAMBÉM, QUE, NA BUSCA DA SOLUÇÃO, O ALUNO ESTABELEÇA RELAÇÃO ENTRE VÁRIOS CONCEITOS DA GEOMETRIA, GERANDO MAIOR RELAÇÃO E COMPREENSÃO DA TEMÁTICA ABORDADA E DA GEOMETRIA COMO UM TODO.

VERIFICAMOS QUE AS ALUNAS TIVERAM DIFICULDADE EM RESOLVER AS ATIVIDADES DA COLETA NÃO PELA ESTRUTURA DO PROBLEMA, MAS, PELO POUCO CONHECIMENTOS ACERCA DOS CAMPOS CONCEITUAIS DE GEOMETRIA NECESSÁRIOS PARA AS RESOLUÇÕES. MESMO ASSIM, NA ANÁLISE FINAL DO EXPERIMENTO, AS PRÓPRIAS ALUNAS DISSERAM HAVER GOSTADO MAIS DAS ATIVIDADES APLICADAS NA COLETA PELO FATO DE SEREM MAIS SIMPLES, OBJETIVAS E DESAFIADORAS.

5.3 CLASSIFICAÇÃO DOS PROBLEMAS

Verificamos que existem diferentes tipos de problemas quanto ao grau de dificuldade e o objetivo a ser atingido. Por exemplo, há problemas mais adequados do que outros para a criação de situações favoráveis ao ensino de noções de Geometria, outros para demonstrar conceitos, outros para exercitar conceitos etc. Essas conclusões poderão orientar o trabalho realizado para a concepção do ambiente virtual para o ensino de Geometria. Algumas das categorias, quanto aos tipos de problema, foram as seguintes.

- Problemas para manuseio do software
- Problemas para introduzir conceitos básicos
- Problemas para ilustrar um conceito
- Problemas para exercitar um conceito
- Problemas para demonstração
- Problemas do tipo caixa-preta (CAPPONI & LABORDE, 1991)

Nessa perspectiva, alguns dados indicaram que o curso de Geometria do Tele-Cabri deverá ser implementado inicialmente com atividades de construção mais simples do que aquelas utilizadas no estudo-piloto, a fim de explorar as funções do CG. Como recomendação, para curso on-line, sugerimos:

- Usar tarefas mais simples do que aquelas utilizadas no curso desse estudo;
- Usar manual do CG;
- Superar no início os problemas de manipulação do Cabri;
- Trabalhar os conceitos geométricos a partir de situações-problema;
- Oferecer tópicos de ajuda (dicas) sucintos para a resolução das atividades, de maneira que estes não acomodem o raciocínio analítico do estudante, a fim de evitar o “Efeito Topázio”.

5.4 TIPOS DE MEDIAÇÃO

Na história da pesquisa educacional, podemos observar que inicialmente o resultado do processo educativo estava diretamente relacionado à eficácia docente, identificando características pessoais e individuais do professor para explicar o rendimento escolar e direcionar a prática em sala de aula (COLL et alii, 1996). Considerando, assim, a eficácia docente como uma metodologia de ensino, no final da década de cinquenta, estudiosos constataram que o ensino e a aprendizagem vão muito além da atuação do docente e do método de ensino. Valorizando a “vida das classes” como objeto de análise. Isto é, pela primeira vez se dá importância às interações estabelecidas entre professores e alunos e as conseqüências metodológicas desta interação, os estudos indicam, também, que somente o comportamento do professor e dos alunos não é determinante para definir uma prática. Mas esta é uma cadeia de relações que envolvem vários atores e é um processo muito subjetivo. Podemos destacar, como exemplo, o nível ou grau de aprendizagem, as características dos alunos, sua história de vida e seus conhecimentos prévios e os instrumentos utilizados no ensino.

No Estudo-Piloto 1, um dos aspectos principais a serem analisados diz respeito à interação que ocorreu com as alunas, monitor e professor, em situação presencial. As conclusões dessa análise deverão por uma parte orientar no dimensionamento no contexto de interação a distância, ao mesmo tempo em que orientará na produção dos materiais e formas de apresentações das atividades no ambiente virtual Tele-Ambiente.

Até certo ponto, as alunas foram capazes de engajar-se autonomamente na atividade. O limite desse esforço de resolução dos problemas ocorre quando uma solução não é atingida e os recursos materiais não são suficientes para fazer a aluna avançar em seu desenvolvimento. Para avançar na solução, identificamos três formas de mediação: aluno-aluno, aluno/monitor e aluno/professor. Os dois primeiros tipos de interações diferem do terceiro em razão do nível de relacionamento, pois, entre aluno-aluno e aluno-monitor, temos uma relação mais próxima (conteúdo, interesses

e conhecimento) do que entre aluno-professor, que possui uma relação histórica hierarquizada.

Percebemos que, na relação aluno-aluno e aluno-monitor, as alunas pesquisadas sentiam-se bem mais à vontade para fazerem perguntas e tirarem dúvidas. O monitor deve ser uma pessoa esclarecida no sentido de não fornecer as respostas de uma maneira direta para os alunos, como também de não gerar hierarquias nas relações estabelecidas, principalmente quando este faz parte do mesmo grupo que está orientando.

Na interação professor-aluno, observamos que as alunas ficavam um pouco intimidadas e eram mais cautelosas quando iam fazer alguma pergunta ou argumentar sobre suas soluções com o professor. Transpareciam certa insegurança, o medo errar ou de estar fazendo uma pergunta ou argumento absurdo. Acreditamos que esse comportamento é decorrente do sistema educativo escolar vivenciado pelas alunas e ainda muito presente em nossas salas de aula, onde o erro ainda não é visto como algo constitutivo do conhecimento e onde o professor é o único detentor de um saber. O ensino vivenciado nas salas de aula ainda dá pouco lugar à reflexão e às perguntas sobre os temas estudados, principalmente nas aulas de Matemática onde os conteúdos são propostos de uma maneira inquestionável e os alunos que não entendem acabam sendo tachados como fracos e incapazes para aprendê-la.

Nos protocolos analisados, verificamos que nos momentos de interação professor-aluno, o primeiro manifestou diferentes níveis de ajuda, até que a aluna conseguisse realizar a atividade e entendê-la. Entre eles, podemos destacar:

- Exposição do conteúdo: o professor utiliza a lousa e guia o aluno.
- Professor orienta individualmente a construção do aluno no computador.
- Professor faz a construção no quadro com a participação dos alunos, trabalhando com questionamentos;
- Pede um voluntário para resolver a atividade, usando o computador e o telão para toda a classe, resolvendo com a ajuda dos colegas.
- Professor pede para o aluno explorar o software.
- Professor orienta e pede que construam e depois corrige.

5.5 Análise do Contrato Didático

Concluimos que para uma situação didática alcançar o seu objetivo de ensino-aprendizagem, é essencial o estabelecimento de um contrato didático explícito para guiar as ações do professor e do aluno rumo à construção do conhecimento pretendido. É importante que as regras a reger o contrato didático sejam explicitadas para que aluno e professor sejam conscientes do seu papel e de suas responsabilidades na relação didática estabelecida. Outro fator que reforça a importância da explicitação das regras do contrato didático decorre das diferenças nos estilos de ensino de cada professor e das variações dos sistemas educativos conseqüentes de seus objetivos, ideologias, áreas de ensino e realidades culturais. Assim, caso o aluno não seja esclarecido das regras vigentes, poderá simplesmente transferir as regras de outras relações didáticas que agora poderão não ser mais válidas ou aceitas.

É importante que algumas cláusulas do contrato didático, principalmente as que dizem respeito ao comportamento dos alunos, sejam negociadas junto ao grupo, pois, desta maneira, serão mais facilmente cumpridas pelo fato de terem sido firmadas levando em conta as considerações do grupo. Segundo Piaget, o exercício da autonomia do indivíduo é reforçado quando existe a troca de pontos de vista. Assim, negociar as regras junto aos alunos facilitará o trabalho do professor, de vez que eles estarão mais conscientes sobre determinações estabelecidas e mais aptos a cumprí-las.

Durante o experimento realizado, observamos que, na resolução das atividades de coleta, as alunas mantiveram comportamentos geralmente característicos na realização das provas escolares: mantiveram-se em silêncio, algumas tentavam ocultar a tela do computador para que a colega que se sentava atrás ou ao lado não visualizasse sua resposta. Um fato interessante da transferência das regras vivenciadas na sala de aula sucedeu quando Bianca solicitou ajuda a Karina, que disse não poder ajudar porque era prova, Bianca respondeu: “Que prova? Hoje em dia é proibido fazer prova e reprovar. Isso é coisa antiga!”. Karina diz: “Antiga só se for na sua escola, na minha os professores aplicam prova quase

todos os dias para os alunos”. Vemos nessa fala das alunas as marcas explícitas e implícitas do contrato didático estabelecido nas salas de aula e nos sistemas educativo no que diz respeito à realização de provas.

5.6 ALGUMAS CONTRIBUIÇÕES PARA O ENSINO À DISTÂNCIA NO TELE-CABRI

Como o estudo realizado está inserido na pesquisa Tele-Ambiente, que veiculará um curso de Geometria a distância, buscamos identificar alguns elementos que poderão contribuir para melhor operacionalização do curso e maior aproveitamento por parte dos alunos. Algumas das observações a seguir são específicas para o Tele-Cabri, mas muitas podem ser transpostas para outros cursos de ensino a distância, independentemente da área.

- 1 Realizar um estudo exploratório do software trabalhado antes de iniciar as atividades ligadas à Geometria. Podemos observar que as alunas perderam muito tempo na resolução das primeiras atividades, quando tentavam se apropriar de funções do programa que não tinham sido explicadas pelo professor. Além disso, o fato de não dominar bem o programa pode levar o aluno a centrar sua atenção mais no software do que no problema matemático proposto.*
- 2 Fazer o levantamento do perfil dos alunos que participarão do curso e do meio onde estão inseridos. Após a seleção dos alunos e antes de iniciar as atividades do curso, é importante que o professor faça breve diagnóstico acerca do perfil dos alunos e de seus conhecimentos prévios, tanto em relação a Geometria como ao domínio do computador e compreensão dos programas básicos com os quais irão trabalhar, como Windows e editores de texto. O levantamento do perfil do grupo será um dos fatores*

determinantes para o avanço do curso, pois as intervenções do professor deverão levar em conta o nível do grupo e a realidade do meio em que atuam como profissionais.

- 3 *Estimular o desenvolvimento de ações colaborativas e cooperativas entre os alunos. Percebemos que a interação dos alunos é um fator determinante na busca da solução de situações-problema, principalmente no contexto matemático. É importante que o professor estimule os alunos a trocarem idéias e discutam seus pontos de vista sobre as atividades trabalhadas, sugerindo, quando possível, a formação de pequenos grupos de estudo, seja no ambiente a distância, seja no locus presencial.*
- 4 *Preparar a sequência didática das intervenções para períodos de, no máximo, duas horas. É importante que as sessões de trabalho não sejam muito prolongadas, a fim de não se tornarem cansativas, sacais e desmotivantes, levando a uma perda da atenção do aluno acerca da atividade realizada.*
- 5 *Apresentar textos objetivos, claros e resumidos. Percebemos que um número muito grande de informações na tela do vídeo cansa o indivíduo, levando-o a uma desmotivação para a leitura, e, portanto, a não ler informações que poderão ser determinantes para sua aprendizagem.*
- 6 *Utilizar critérios ergonômicos na construção das home page. Não aplicar grande variedade de cores em uma página; utilizar tons leves (cores frias), bem contrastadas; não utilizar figuras no segundo plano, pois estas podem atrapalhar na visualização do texto e exigir grande esforço para distinção e leitura das informações; não exagerar nos sons e efeitos visuais de movimentação das figuras; apresentar as letras em fontes*

simples (não enfeitadas) e nem tão pequenas; apresentar as figuras em tamanhos grandes para que possam ser bem visualizadas. Estabelecer o máximo possível de *links* entre os textos a fim de apressar a mudança de páginas e aumentar a possibilidade do aluno para estabelecer relações e comparações entre os tópicos estudados.

- 7 *Estabelecer regras da relação didática através de um contrato didático claro e abrangente. A fim de prestar o máximo possível de esclarecimento ao aluno em relação a dúvidas que surjam durante suas realizações, o professor deverá estabelecer um contrato didático, que trate desde as ações do aluno em relação ao computador, como por exemplo, o modelo de nomeação dos arquivos, como também sobre as interações professor-aluno, sobre o desenvolvimento das atividades matemáticas do curso, sobre os horários de trabalho do grupo etc.*
- 8 *Indicar para os alunos sites, livros e outros materiais que tratem das temáticas estudadas. É importante que em qualquer curso a distância sejam sugeridas outras fontes bibliográficas como parte complementar do material a ser estudado.*
- 9 *Suscitar reflexões acerca do exercício pleno da autonomia do indivíduo. Estudar a distância requer muitas características do ensino presencial, acrescidas de muito mais disciplina, determinação e autonomia, principalmente no que diz respeito a cumprir prazos e horários, realizar as atividades através de esforços próprios, submeter-se à leitura de todas as informações disponíveis e expressar idéias e convicções sem medo de submetê-las a críticas. Portanto, é fundamental que, durante o curso, haja sempre reflexões e acompanhamentos sobre como o aluno vem desenvolvendo suas atividades, a fim de conduzi-lo ao*

desenvolvimento constante de seu potencial crítico e de sua autonomia.

10 *Adequar a sala ambiente para o trabalho do professor/preceptor humano.*

É de extrema importância que a sala-ambiente na qual o preceptor humano vai interagir junto aos alunos esteja estruturada em um ambiente silencioso, com mobiliário adequado, com manutenção constante dos equipamentos e testagem diária dos programas utilizados. É importante que o computador (servidor) utilizado possua árvore-matriz bem estruturada e de capacidade suficiente para guardar os arquivos gerados pelos alunos. Vale salientar que o preceptor humano deve ser uma pessoa que possua um domínio não só de Matemática mas também de Informática, ou então, que seja formado por dois profissionais, sendo um de cada área, a fim de garantir o bom andamento do curso.

11 *Estabelecer junto ao grupo os critérios de avaliação. Desde o início do curso, deve ficar claro para o grupo o modo como será realizada a avaliação dos alunos.*

Avaliar a construção do conhecimento dos alunos não é algo tão simples, principalmente quando se refere ao conhecimento matemático e à distância, situação em que o professor não deverá levar em conta somente os resultados finais mas também a construção realizada pelo aluno. Portanto, é importante que todas as realizações dos alunos sejam gravadas em arquivos para serem analisadas posteriormente pelo professor, o qual deverá enviar sempre um *feed-back* ao grupo sobre estas realizações a fim de nortear os trabalhos e a aprendizagem do grupo. É essencial que esse retorno do professor seja dado em um prazo previsto anteriormente para não comprometer a continuidade do curso pelo aluno, pois uma dúvida não esclarecida ou a não-correção

de erros poderá prejudicar a aprendizagem, podendo até desmotivar o aluno para sua continuidade.

12 *Realizar as análises a priori e a posteriori das atividades apresentadas.*

É essencial que as atividades propostas sejam analisadas antes e depois de serem trabalhadas pelos alunos a fim de que o professor possa aperfeiçoar cada vez mais as situações didáticas dos conteúdos abordados, buscando, assim, garantir a aprendizagem dos alunos.

13 *Criar um banco de dados autosuficiente para atender as dúvidas dos*

alunos. Apesar de o curso prever sessões de interação entre do preceptor humano com o aluno, na maioria das vezes, os alunos trabalharão sozinhos, pois esta é uma das vantagens dos cursos a distância, que é possibilitar ao aluno trabalhar na conveniência de seus horários, além dos horários formais estabelecidos para as interações. Assim, é necessário que o curso proposto seja pensado em torno das possíveis dúvidas que apareçam venham a surgir por parte dos alunos, a fim de que o banco de dados dos textos e as informações disponíveis sejam, na medida do possível, abrangentes e esclarecedores, oferecendo subsídios suficientes aos alunos na resolução das atividades.

14 *Organizar uma equipe para acompanhamento técnico e administrativo*

*do curso. O sucesso de um curso a distância depende não somente do trabalho do professor e do aluno, pois é essencial que exista uma equipe para manutenção dos equipamentos, alimentação constante da *home page*, envio e reposta de informações de caráter administrativo, viabilização de materiais para os alunos etc.*

- 15 *Avaliar periodicamente o curso em relação aos seus aspectos didáticos, teóricos e materiais. É importante que a equipe envolvida na coordenação do curso realize encontros periódicos a fim de avaliar seus objetivos geral e específicos, visando à correção de possíveis falhas em seus aspectos didáticos, teóricos e materiais, buscando assim aperfeiçoamento. Como o ensino a distância (por computador) ainda é uma área relativamente nova, é de grande importância que a implementação e execução do curso sejam acompanhadas por pesquisadores a fim de analisarem de maneira minuciosa as etapas desenvolvidas e resultados obtidos, visando a enriquecer as pesquisas e comunicações científicas relacionadas a essa área.*
- 16 *Criar um foro de discussão entre os alunos. É importante que, junto à página do curso, seja criado um espaço para o aluno manifestar suas opiniões e discutí-las junto ao grupo, levando em consideração sua prática, as teorias estudadas e o sistema educativo.*
- 17 *Realizar encontros presenciais. Será interessante que a coordenação do curso viabilize a realização de alguns encontros presenciais para os alunos se conhecerem melhor, discutirem possíveis dúvidas com todo o grupo, assistirem a palestras relacionadas com a área de estudo etc.*
- 18 *Criar uma home page com os dados dos alunos e professores. É importante que seja criada uma página com as fotos, endereços para contatos e breve apresentação dos alunos e professores do curso, a fim de viabilizar maior conhecimento e contatos entre os envolvidos.*

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Desconfiei no mais trivial, na aparência, no singelo. Examinei, sobretudo, o que parece habitual. Suplicamos expressamente: Não aceiteis o que é de hábito como coisa natural, pois em tempo de desordem social, de confusão organizada, de arbitrariedade consciente, de humanidade desumanizada, nada deve parecer natural, nada deve parecer impossível de mudar...

(Bertold Brecht)

A Matemática, desde o seu surgimento até os dias atuais, passa por diferentes fases de desenvolvimento, cada uma marcada pelas influências do contexto social de cada época. As expressões do desenvolvimento dessa ciência marcam também o contexto educativo, pois a Matemática está inserida na maioria dos currículos escolares e universitários e, como tal, exerce grande influência sobre a formação dos educandos.

No contexto atual, todos os segmentos sociais são influenciados pelo desenvolvimento tecnológico. O desenvolvimento das ciências é determinado pela utilização dos recursos tecnológicos. Como ciência, a Matemática também tem o desenvolvimento potencializado pelo uso de novos instrumentos, entre eles, as calculadoras e computadores. O desafio da escola como unidade responsável pela disseminação dos saberes é introduzir esses novos instrumentos no ensino de Matemática, de maneira que estes venham a contribuir com o desenvolvimento cognitivo e social do educando.

Com base nos estudos que desenvolvemos na realização desse trabalho, podemos afirmar que, apesar dos avanços e das tentativas de incorporação de novas tecnologias pelo ensino, ainda são muitos os obstáculos a transpor pelas instituições e professores. Esses obstáculos vão desde a necessidade de novas posturas por parte dos profissionais da educação, mudanças curriculares nos cursos que formam esses profissionais e projetos políticos que respeitem e considerem os princípios de uma educação transformadora.

No que concerne a Geometria, constatamos pelos resultados obtidos, que o ensino-aprendizagem dessa área tão importante da Matemática continua sendo negligenciado nas salas de aula. Parece-nos que os fatores citados por Miguel & Miorim em 1986 (pág. 30) ainda continuam muito presentes. Para superação desta dificuldade, faz-se necessário o compromisso das instituições e dos educadores na busca de opções para contornar essas deficiências.

Acreditamos que a dinâmica oferecida não só pelo software Cabri-Géomètre, como também por outros voltados para o ensino da Geometria, poderá contribuir significativamente para o desenvolvimento da aprendizagem nessa área. Apesar das possibilidades oferecidas por esses softwares, o ambiente lápis e papel e o uso de outras tecnologias como régua e compasso serão complementares e essenciais para o desenvolvimento da aprendizagem. Os tipos de problemas propostos e a metodologia de trabalho do professor também serão fatores determinantes para a aprendizagem dos alunos.

Percebermos, através do Estudo-Piloto 1 que, apesar das dificuldades no domínio do software Cabri-Géomètre e das deficiências de conteúdo, a dinâmica do ambiente do software propiciou às alunas e ao professor a oportunidade de um ensino-aprendizagem reflexivo e motivador.

No caso do ensino à distância na área de Matemática, como o curso que será veiculado pelo Tele-Cabri, é necessário que as atividades trabalhadas sejam organizadas a partir de seqüências didáticas muito bem elaboradas, de maneira que estas venham a suprir as dúvidas dos alunos sem fornecer-lhes informações tão diretas, que cheguem a substituir o seu raciocínio. Conforme vimos na Seqüência de

Fedathi e na Teoria das Situações Didáticas, o trabalho intelectual do aluno na resolução dos problemas será o fator determinante da evolução de sua aprendizagem.

Por via desse estudo, percebemos que, malgrado as ações desenvolvidas por iniciativas individuais de professores e pelos grupos de pesquisa na área de Educação Matemática, os alunos, sejam nas escolas e/ou nas universidades, continuam apresentando níveis muito baixos no rendimento matemático, sendo o ensino da Geometria uma parte fortemente afetada por esse baixo rendimento.

Em nossa pesquisa, as alunas voluntárias do Curso de Pedagogia, conquanto já tivessem cursado a disciplina Ensino de Matemática, ainda evidenciaram muitas dúvidas em relação aos conteúdos abordados no experimento, o que nos faz crer que essas alunas terminam seus cursos e vão para as salas de aula com falhas formativas, oriundas desde sua formação na escola básica até a formação de nível superior, pois, se tivessem tido uma sólida formação na escola básica no que diz respeito à aprendizagem matemática, poderiam superar com maior facilidade as possíveis falhas na formação de nível superior.

- Algumas Recomendações

Acreditamos que os currículos dos Cursos de Magistério e Pedagogia devem ser repensados em relação às disciplinas oferecidas para o ensino de Matemática. A maioria desses cursos oferece apenas uma ou duas disciplinas para explorar essa temática. Entendemos que esse número de disciplinas é insuficiente para oferecer boa formação Matemática aos futuros professores, os quais serão responsáveis pela formação Matemática básica da criança. Sugerimos que os cursos pensem na possibilidade de oferecer pelos menos três disciplinas na área, cada uma ligada ao ensino da Aritmética, da Álgebra e da Geometria, levando em consideração os aspectos teóricos, didáticos e metodológicos de cada uma delas. A inclusão poderia ser feita, a partir do aumento da carga horária do Curso, ou então, de análise crítica da grade curricular, a fim de substituir disciplinas que fossem menos importantes para prática pedagógica do professor, podendo estas serem apresentadas

através de seminários. Assim, os cursos estariam oportunizando aos futuros professores maior discussão acerca das áreas em que lecionarão.

Defendemos a idéia de que os Curso de Magistério e as Licenciaturas, além de buscarem incorporar a utilização das novas tecnologias na formação de seus professores, deveriam oferecer disciplinas na área de Novas Tecnologias, a fim de levar os futuros professores a discutirem e apresentarem posições críticas quanto ao uso dessas tecnologias na sala de aula, visando também a capacitá-los quanto ao uso das novas tecnologias disponíveis. Acreditamos que essas mudanças precisam ser urgentemente repensadas, pois, cada vez mais, a escola cobrará dos profissionais da educação o domínio dessas tecnologias para o pleno desenvolvimento de sua atividade profissional.

Estamos ciente que as Licenciaturas em Matemática devem dar maior ênfase a disciplinas de Didática da Matemática, propiciando que estas sejam ministradas por professores com formação Matemática e didático-metodológica, pois percebemos que, na maioria das vezes, os alunos das licenciaturas acabam cursando estas disciplinas, mas, na área de Didática Geral, ou então, quando são direcionadas à Didática da Matemática, acabam sendo ministradas por professores que não têm formação Matemática possuindo apenas a formação pedagógica, fator que lhes dificulta maior aprofundamento em questões inerentes ao ensino da Matemática, principalmente em níveis que vão além do ensino fundamental menor.

Recomendamos ainda que, para a efetivação de situações didáticas que contemplem o uso do computador, sejam feitas explorações prévias do software utilizado, a fim de evitar que os objetivos de ensino propostos inicialmente não sejam prejudicados ou deixem de ser alcançados pelo não-domínio do software por parte dos alunos.

Salientamos que parte das análises apresentadas no Capítulo 5 já estão sendo considerada e viabilizada na preparação da segunda etapa do projeto Tele-Cabri, como também estamos tentando viabilizá-las em nossas atividades profissionais.

Salientamos que esse trabalho é apenas o começo de futuras investigações e pesquisas que pretendemos continuar realizando, na tentativa de buscar contribuições para a aprendizagem Matemática que se processa em nossas salas de aula.

Ao finalizar, evidenciamos o fato de que o presente ensaio resulta dos anseios que carregamos pela busca de uma escola que enseje às nossas crianças e jovens uma educação que os torne competentes, justos, humanos e que os faça capazes de renovar diariamente a capacidade de lutar, de amar e sonhar...

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, J.A. **Educação e Informática**. São Paulo: Cortez, 1988.

ALMEIDA, L.S., FERNANDES, J.A. & MOURÃO, A. P. **Ensino-Aprendizagem de Matemática: recuperação de alunos com baixo desempenho**. Lisboa: Didáxis, Cooperativa de Ensino, Riba d`Ave, 1993.

ALMEIDA, S. A. **Capacitar a Escola para o Sucesso - orientações para uma prática educativa**. Lisboa: Edipsico, 1993.

ÁVILA, G. Euclides, Geometria e Fundamentos. **Revista do Professor de Matemática**, nº 45, 1º Quadrimestre, 2001, pág. 1-9.

BACHELARD, G. **A Formação do Espírito Científico: contribuição para uma psicanálise do conhecimento**. Tradução de Estela dos Santos de Abreu. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.

BARKER, S. F. **Filosofia da Matemática**. Rio de Janeiro: Zahar, 1969.

BASTOS, J. A. S. **Tecnologia e interação**. Curitiba: Artes Médicas, 1998.

BELLONI, M. L. **Educação a Distância**. Campinas: Autores Associados, 1999.

BICUDO, M. A. V. & JUNIOR, A. S. **Formação do Educador e Avaliação Educacional: formação inicial e contínua**. Volume 2, São Paulo:UNESP (Seminários & Debates), 1999.

BICUDO, M. A. V. **Pesquisa em Educação Matemática: concepções e perspectivas**. São Paulo: UNESP (Seminários & Debates), 1999.

BIEMBENGUT, M.S. et alii. **Ornamentos e criatividade: uma alternativa para ensinar geometria plana**. Blumenau: Ed. da FURB, 1996.

BONGIOVANNI, V. **Descobrimo o Cabri-Géomètre**. São Paulo: FTD, 1997.

BORGES NETO, H. **Seqüência de Fedathi**. Projeto de Atividades - Escola Municipal João Germano, Fortaleza-CE, 1996.

BORGES NETO et alii. **O ensino de Matemática assistido por computador nos Cursos de Pedagogia**. XIII Encontro de pesquisa educacional do Nordeste – Coleção EPEN – Volume 19 – Organizador John A. Fossa. Natal: EDUFRN – Editora da UFRN. pág. 149, 1998.

BORGES NETO, H. **A informática na Escola e o Professor**. In: Endipe, 1998.

BORGES NETO, H. & DIAS, A.M I. Desenvolvimento do raciocínio lógico-matemático no 1º Grau e Pré-Escola. **Cadernos da Pós-Graduação em Educação**:

Inteligência–enfoques construtivistas para o ensino da leitura e da matemática. Fortaleza, UFC, 1999, v. 2.

BORGES NETO, H. Uma classificação sobre a utilização do computador pela escola. **Educação em debate**. Fortaleza, Ano 21, nº 37, p. 135-138. 1999.

BORGES NETO, H. **Tele-Ambiente: Desenvolvimento e Aplicação de Ferramentas Cooperativas, Adaptativas e Interativas Aplicadas ao Ensino à Distância**. Projeto de Pesquisa, 1999.

BORGES NETO, H. et al. **A Sequência de Fedathi como proposta metodológica no ensino-aprendizagem de matemática e sua aplicação no ensino de retas paralelas**. In: Encontro de Pesquisa Educacional do Nordeste. Educação, desenvolvimento humano e cidadania. São Luís: UFMA, Anais, 2001.

BORTOLOTO, A. G. & ANDREAZZA, M.S.S. **Matemática de 1ª a 4ª séries: uma abordagem metodológica**. São Paulo: EDUCS, 1988.

BOYER, C. B. **História da Matemática**. New York: Edgard Blücher LTDA, 1996.

BROUSSEAU, G. **Fondements et méthodes de la Didactique des Mathématiques**. In: BRUN, J. et al. Didactique des Mathématiques. Paris: Delachaux et Niestlé S.A, 1996.

BROUSSEAU, G. **Os diferentes papéis do professor**. In: SAIZ, C.P.I. et alii - Didática da Matemática – reflexões psicopedagógicas. Porto Alegre: Artes Médicas. 1996, pág. 48-72.

CAMPOS, M.O.C. **Cabri-Géomètre - uma aventura epistemológica**. Dissertação de Mestrado, 1998.

CAPPONI B. & LABORDE C. **Cabri-Géomètre, un environnement pour l'apprentissage de la géométrie élémentaire**. Actes de la sixième école d'été de didactique des mathématiques. Plestin les Grèves, 1991, pp. 20-22.

CARAÇA, B. J. **Conceitos fundamentais da Matemática**. Lisboa: Gradiva, 1998.

CARVALHO, B. de A. **Desenho Geométrico**. Rio de Janeiro: Livro Técnico, 1989.

CARVALHO, D. L. de. **Metodologia do ensino de matemática**. São Paulo: Cortez, 1990.

CARVALHO, T.M. **Matemática para os cursos clássico e científico**. 6ª ed., São Paulo: Nacional, 1954.

CASTRO, C. de M. **Educação Brasileira: Consertos e Remendos**. Rio de Janeiro: Rocco, 1994.

CHEVALLARD, Y. **La transposition didactique - un exemplo d'analyse de la transpositions didactique**. La Pensee Sauvage, Paris, 1991.

COLL, S. C. & et alii. **Desenvolvimento psicológico e educação: psicologia da educação**. Trad.: Angélica Mello Alves. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.

COSTA L. & GRAÇA, M. **Aprender matemática, pensar a realidade**. Lisboa, 1993.

COXFORD, A.F. & SHULTE, A.P. **As idéias da Álgebra**. Tradução: Higino H. Domingues. São Paulo: Atual, 1995.

CYSNEIROS, P. G. **A assimilação da informática pela escola pública**. In: III Congresso da Rede Ibero-americana de Informática Educativa – RIBIE – Barranquilha – Colômbia. Anais da III RIBIE, 1996.

CYSNEIROS, P. G. **A Gestão da Informática na escola pública**. XI Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, novembro, 2000a.

CYSNEIROS, P. G. Iniciação à Informática na Perspectiva do Educador. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, nº 7, setembro, 2000b.

D'AMBROSIO, U. **Da realidade à ação: reflexões sobre a Educação (e) Matemática**. 2 ed. São Paulo: Summus, 1996.

D'AMBROSIO, U. **Educação Matemática: da teoria à prática**. Papirus, 1997.

D'AMBROSIO, U. Uma análise dos Parâmetros Curriculares em Matemática. **Educação Matemática em Revista**. Número 7, ano 6, 1999.

DAVIS, P.J. & HERSH, R. **A Experiência Matemática**. 3ª ed., Rio de Janeiro: Francisco Alves, 1985.

DIDATECH - LABORATOIRE DE STRUCTURES DISCRÈTES ET DE DIDACTIQUE. **Cabri-Classe**. Paris: Editions Archimede, 1994.

DUARTE, N. **O Ensino de Matemática na Educação de Adultos**. 6ª ed, São Paulo: Cortez, 1994.

FERRETI, J. C. et alii. **Novas Tecnologias, Trabalho e Educação - um debate multidisciplinar**. Petrópolis: Vozes, 1997.

FOSSA, J. **Teoria intuicionista da educação matemática**. Natal: da UFRN, 1998.

FOSSA, J. A. & MENDES, I. A. **Tendências atuais na Educação Matemática: experiências e perspectivas**. XIII Encontro de Pesquisa Educacional do Nordeste – Coleção EPEN – Volume 19, Educação Matemática. da UFRN – Natal, 1998.

FRANCO, M. A.. **Ensaio sobre as tecnologias digitais da inteligência**. Campinas: Papirus, 1997.

FRANCO, M. L. **Tecnologias, Trabalho e Educação**. Petrópolis: Vozes, 1994.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia, saberes necessários a prática educativa.** Editor Cristine Röhrig, São Paulo. Coleção Leitura, 1996.

FREITAS, J.L.M. **Situações Didáticas.** In: MACHADO, S.D.A. et alii (1999) Educação Matemática – uma introdução. São Paulo: EDUC, 1999.

FREUDENTHAL, H. **Perspectivas da Matemática.** Rio de Janeiro: Zahar, 1975.

GADOTTI, M. **História das Idéias Pedagógicas.** São Paulo: Ática, 1993.

GALVEZ, G. et alii. **A Geometria, a psicogênese das noções espaciais e o ensino da geometria na escola primária.** Didática da Matemática: reflexões psicopedagógicas. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.

GIL, A. C. **Métodos e Técnicas da Pesquisa Social.** 4ª ed. São Paulo: Atlas, 1994.

GIONGO, A. R. **Curso de Desenho Geométrico.** Edição nº 34ª. São Paulo: Nobel, 1984.

GIOVANNI, J. R. **Coleção Desenho Geométrico.** Edição reform. – São Paulo: FTD, 1996.

GOODSON, I.F. **Currículo - Teoria e História.** São Paulo: Vozes, 1995..

GRANJER, G. G. **A Ciência e as ciências.** São Paulo: UNESP, 1994.

HAGUETTE, T. M. F. **Dialética hoje.** Petrópolis: Vozes, 1990.

HOFFMANN, J. **Avaliação - mito & desafio: uma perspectiva construtivista.** 17ª ed. Petrópolis: Educação e Realidade, 1996.

IFRAH, G. **Os números: história uma grande invenção.** Rio de Janeiro: Globo, 1989.

KAMII, C. & DECLARK, G. **Reinventando a aritmética.** Campinas: Papirus, 1995.

KLINE, M. **O Fracasso da Matemática Moderna.** São Paulo: IBRASA, 1976.

KNIJNIK, G. **Exclusão e Resistência - Educação Matemática e Legitimidade Cultural.** Curitiba: Artes Médicas, 1996.

LA TAILLE, Y. **Ensaio sobre o lugar do computador na educação..** São Paulo: Iglu, 1990.

LABORDE, C. & CAPPONI, B. Aprender a ver e manipular no objeto além do traçado no Cabri-Géomètre. **Em Aberto nº 62**, 1994.

LABORDE, C. **Do the pupils learn and what do they learn in a computer based enviroment ? The case of Cabri-Géomètre.** I Intenational Conference on Technology in mathematics teaching - TMT 93. A Bridge between Teching and Learning. University of Birmingham, UK. 1993. págs. 39-52.

- LÉVY, P. **As tecnologias da inteligência: o futuro do pensamento na era da informática**. Rio de Janeiro: Editora 4, 1993.
- LIMA, E. L. **Medida e Forma em Geometria**. Rio de Janeiro: GRAFTEX Comunicação Visual, 1991.
- LIMA, Elon Lages. **Isometrias**. Rio de Janeiro: SBM, 1996.
- LIMA, Elon Lages. **Meu Professor de Matemática**. Rio de Janeiro: SBM, 1991.
- LINDQUIST, M.M. & SHULTE, A. P. **Aprendendo e Ensinando Geometria**. São Paulo: Atual, 1994.
- LINS, R. C. & GIMENEZ, J. **Perspectivas em Aritmética e Álgebra para o século XXI**. Campinas: Papyrus, 1991.
- LORENZATO, S. **Por que não ensinar Geometria?**. In: A Educação Matemática em Revista. São Paulo: SBEM, 1995, v.4.
- LUCENA, M. **Um Modelo de Escola Aberta na Internet - Kidlink no Brasil**. Rio de Janeiro: BRASPORT, 1997.
- LYOTARD, J. F. **A Condição Pós-Moderna**. 5ed. Rio de Janeiro: José Olympio, 1998.
- MACE, E. & AQUINO, M. **Guia do Software Educativo 1999 - EDULINK**. Rio de Janeiro: Logon Informática LTDA, 1999.
- MACHADO, J. N. **Epistemologia e didática: as concepções de conhecimento e inteligência e a prática docente**. São Paulo: Editorial Danilo A. Q. Morales, 1995.
- MACHADO, N. J. **Matemática e Educação: Alegorias, Tecnologias e temas afins**. São Paulo: Cortez, 1992.
- MACHADO, N. J. **Matemática e Realidade**. São Paulo: Cortez, 1989, p.64-71.
- MACHADO, S. (Org.). **Educação Matemática: uma introdução**. São Paulo: EDUC, 1999.
- MIALARET, G. **A Aprendizagem da Matemática**. Coimbra: Livraria Almedina, 1975.
- MIGUEL, A. & MIORIM, M. A. **O Ensino de Matemática no 1º grau**. São Paulo: Atual, 1986.
- MINAYO, M.C.S. **Pesquisa Social - teoria, método e criatividade**. 3ed. São Paulo: ABRASCO-HUCSTEC, 1994.
- MIORIM, M. A. **Introdução à história da educação matemática**. São Paulo, 1998.

MORAES, M. C. (1997) **O paradigma educacional emergente**. Campinas: Papirus, 1997.a.

MORAES, M.C. Informática Educativa no Brasil: uma história vivida, algumas lições aprendidas. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, nº 01, setembro, 1997.b.

MOREIRA, A. F. & SILVA, T. T. **Currículo, Cultura e Sociedade**. São Paulo: Cortez, 1995

MOREIRA, A. F. B. **Currículo: Questões Atuais**. São Paulo: Papirus, 1997.

MORIN, E. **Os setes saberes necessários a Educação do Futuro**. São Paulo: Cortez; Brasília: DF, UNESCO, 2000.

MOYASÉS, L. **Aplicações de Vygotsky à Educação Matemática**. Campinas: Papirus, 1997.

NIQUINI, D. P. **O grupo cooperativo - uma metodologia de ensino**. Brasília: Petry, 1998.

NIQUINI, D. P.(1999). **A transposição didática e o contrato didático, para o professor- metodologias de ensino; para o aluno: a construção do conhecimento** – Brasília: Petry, 1999.

NIQUINI, D.P. **Informática na Educação**. Brasília: Universo - UCB, 1997.

OCHI, F. H. et alii. **O uso de quadriculados no ensino de Geometria**. 2ª ed. São Paulo: IME/USP, 1995.

OLIVEIRA, R. de. **Informática Educativa: dos planos e discursos à sala de aula**. Campinas: Papirus, 1997.

PAIVA, D. V. & CARVALHO J. P. Cursos de reciclagem para professores de matemática. **In: Revista Presença Pedagógica: um desafio para o Brasil**. Belo Horizonte: Dimensão, mai/jun, 1998.

PAPERT, S. (1994) **A máquina das crianças - repensando a escola na era da informática**. Campinas: Papirus, 1994.

PAVANELLO, R. M. **O abandono da Geometria: uma visão histórica**. Campinas: DEMR-FE-UNICAMP. Dissertação de Mestrado, 1989.

PEDRA, J. A. **Currículo, Conhecimento e suas Representações**. Campinas: Papirus, 1995.

PERRENOUD, P. **Construir as competências desde a escola**. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 1999.

PERRENOUD, P. **Dez Novas competências para ensinar**. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 2000.

- PIAGET, J. **Epistemologia Genética**. São Paulo: Livraria Martins Fontes, 1990.
- POLYA, G. **A Arte de Resolver Problemas**. Rio de Janeiro: Interciência, 1995.
- POUTS-LAJUS, S. & MARIELLE RICHÉ-MAGNIER. **A escola na era da Internet**. Tradução: Paulo Rocha Vidalinc, , Paris: Nathan, 1998.
Práxis, 1997.
- RABARDEL, P. **Qu'est-ce qu'un instrument ?**. CNDP – DIE – Paris: Mars 1995.
págs. 61-66.
- RAPKIEWICZ, C.E. **A informatização do professor no processo de informatização da escola**. In: Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (I: 19021 nov. 1990: Rio de Janeiro) **Anais**. Rio de Janeiro: COPPE/RJ, 1990.
- RÊGO, R. G. **Matemática**. João Pessoa: Editora Universitária, 1997.
- RIVERA, F. O. et alii. **Traçados em desenho geométrico**. Rio Grande: FURG, 1986.
- SAMPAIO, M. N. & LEITE, L. S. **Alfabetização tecnológica do professor**. Petrópolis: Vozes, 1999.
- SANCHO, J. M. **Para uma tecnologia educacional**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998.
- SANDHOLTZ, J. H. **Ensinando com tecnologia: criando salas de aula centradas nos alunos**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.
- SAVIANI D. & GEORGEN P. **Formação de Professores: a experiência Internacional sobre o olhar brasileiro**. Campinas: Autores Associados – NUPES, 1998.
- SAVIANI, D. **Escola e Democracia**. Campinas: Autores Associados, 1994.
- SEABRA. T. **Geometria Plana**. Recife: Inojosa Editores, 1994.
- SEBER, M. da G. **Psicologia do Pré-Escolar - uma visão construtivista**. São Paulo: Moderna, 1995.
- STEGEMANN, C. et alii. **A Matemática está errada**. Globo Ciência. P.47-51, 1994.
- STOCCO SMOLE, K. C. **A Matemática na Educação Infantil: a teoria das inteligências múltiplas**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.
- STOPASSOLI, M. A. et al. **Fio do Mestrado - Reflexões Matemáticas**. Blumenau: Editora da FURB, 1997.
- STWART, I. **Os números da natureza: a realidade irreal da imaginação matemática**. Rio e Janeiro: Rocco, 1996.

TAHAN, M. **O Homem que Calculava**. Rio de Janeiro: Conquista, 1975.

THIOLLENT, M. **Metodologia da Pesquisa-Ação**. 6ed. São Paulo: Cortez, 1994.

USISKIN, Z. **Resolvendo os dilemas permanentes da geometria escolar**. São Paulo: Atual, 1994.

VALENTE, J. A. & ALMEIDA, F. J. Visão analítica da Informática na Educação no Brasil: a questão da formação do professor. **Revista Brasileira de Informática na Educação**. n ° 1, 1997, pág.45-59.

WAGNER, Eduardo. **Construções Geométricas**. Rio de Janeiro: SBM, 1996.

WEISS, A. M. L. **A Informática e os problemas escolares de aprendizagem**. Rio de Janeiro: DPEA,1998.

8. ANEXOS

ANEXO 01

**Convidamos voluntários
para participarem de uma
pesquisa sobre Ensino e
Aprendizagem de Matemática.**

C**O**

Pré-requisitos:

N



ANEXO 02

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
SALA MULTIMEIOS
PROJETO TELEAMBIENTE**

**FICHA DE INSCRIÇÃO PARA OS VOLUNTÁRIOS
DO ESTUDO PILOTO 1**

- Nome: _____
- Telefone: _____

- Período: _____

- Idade: _____

- Horário (s) e dia (s) da semana disponíveis para participar da pesquisa _____

1. Possui experiência em Informática ?

2. Tem experiência como professor ? Em qual (is) disciplina (s) e série (s) ?


3. Já cursou a disciplina “Ensino de Matemática”?


4. Observações:

ANEXO 03


ATIVIDADE 1 - PARALELAS E PERPENDICULARES

A – PERPENDICULARISMO

	<ol style="list-style-type: none"> 1. Construa um segmento de reta AB. 2. Construa uma circunferência de centro A e raio AB. Nomeie-a como c1. 3. Construa uma circunferência com centro em B e raio BA. Nomeie-a como c2.
---	---


	4. Marque os pontos de intercessão entre c_1 e c_2 e trace uma reta r que passe por eles.
	5. O que acontece com a reta r ao se movimentar os pontos A ou B ? 6. Com o movimento, a reta r continua perpendicular ao segmento AB? Justifique.




B - PARALELISMO

	<ol style="list-style-type: none"> 1. Construa um segmento de reta AB. 2. Marque um ponto exterior O ao segmento AB. 3. Construa uma reta s paralela ao segmento AB, passando pelo ponto O, usando a ferramenta RETA PARALELA. 4. Movimente o ponto O e verifique o que acontece com a reta s. 5. Movimento os pontos A e B alternativamente e observe o que acontece com a reta s.
---	---

ANEXO 04



ATIVIDADE 2 - PONTO MÉDIO

	<ol style="list-style-type: none"> 01. Marque dois pontos distintos, A e B. 02. Construa uma circunferência c_1 com centro em A e raio AB. 03. Construa uma circunferência c_2 com centro em B e raio BA. 04. Nomeie as intercessões entre c_1 e c_2 de C e D. 05. Agora, construa um segmento de reta AB e em seguida o segmento de reta CD.
---	--

	<p>06. Coloque um ponto sobre o segmento AB, usando PONTO SOBRE OBJETO. Nomeie-o como E.</p> <p>07. Determine o ponto de intercessão entre AB e CD nomeando-o de M.</p> <p>08. Movimente o ponto B e compare o que acontece com os pontos M e E.</p>
	<p>09. Oculte c1, c2 e CD.</p> <p>10. Movimente sucessivamente os ponto B, E e M, comparando o que acontece com cada um deles.</p>
	<p>11. Meça AM e MB. Eles possuem a mesma medida ? Justifique.</p> <p>12. Movimente o ponto B e compare as medidas de AM e MB.</p> <p>13. Meça também AE e EB. Eles possuem a mesma medida ? Justifique.</p> <p>14. Movimente o ponto B e compare as medidas de AE e EB.</p> <p>15. Como você explicaria o conceito de ponto médio para uma outra pessoa?</p>

ANEXO 05



ATIVIDADE 3 – BISSETRIZ

	<p>1. Marque os pontos A, B e C não colineares.</p> <p>2. Construa uma semi-reta que passe pelos pontos A e B.</p> <p>3. Construa uma semi-reta que passe pelos pontos A e C.</p> <p>4. Trace a bissetriz do ângulo \widehat{BAC} usando o comando BISSETRIZ.</p> <p>5. Faça um ponto D sobre a bissetriz interna ao ângulo \widehat{BAC}.</p> <p>6. Meça os ângulos \widehat{BAC}, \widehat{BAD} e \widehat{DAC}.</p> <p>7. Mova os pontos A, B e C.</p>
	<p>8. O que acontece com as medidas dos ângulos \widehat{BAC}, \widehat{BAD} e \widehat{DAC} quando</p>

	movimentamos os pontos A, B e C? Justifique.
--	--

ANEXO 06


ATIVIDADE 4 - TRIÂNGULO RETÂNGULO


	<ol style="list-style-type: none"> 1. Construa um segmento e nomeie-o como AB. 2. Encontre o ponto médio do segmento AB e nomeie-o como M. 3. Construa uma circunferência com centro em M, raio MA e nomeie-a como c1. 4. Marque um ponto P sobre c1. 5. Trace os segmentos de reta AP e PB e oculte c1.
	<ol style="list-style-type: none"> 6. Classifique o triângulo APB quanto a medida dos lados e ângulos. Justifique.

	<ol style="list-style-type: none">7. Movimente o ponto P e observe o que acontece com o triângulo.8. Qual a importância do ponto médio na construção?9. Construa dois outros triângulos retângulos de modo diferente.
--	---

ANEXO 07


ATIVIDADE 5 - PARALELOGRAMO


	<ol style="list-style-type: none">1. Marque três pontos não colineares e nomeie-os como A, B e C.2. Trace os segmentos AB, BC e AC.3. Determine o ponto médio de AC e nomeie-o como O.4. Construa uma circunferência com centro O, raio OB e nomeie-a como C.5. Trace uma reta s que passe pelos pontos O e B.6. Marque o outro ponto de interseção entre s e c nomeando-o como D.7. Trace os segmentos DA e CD.
---	---

	<p>8. Meça os lados, as diagonais e os ângulos.</p> <p>9. Movimente o quadrilátero e descreva as relações que você observou.</p> <ol style="list-style-type: none">entre os ladosentre os ângulosentre as diagonais
---	---

ANEXO 08



ATIDADE 6 - DIVISÃO DE SEGMENTOS

	<p>Considere um segmento AB.</p> <p style="text-align: center;">$A \bullet \text{-----} \bullet B$</p> <ol style="list-style-type: none">Divida o segmento em duas partes iguais.Divida o segmento em três partes iguais.Divida o segmento em cinco partes iguais.Divida o segmento em seis partes iguais.
---	---

	<p>5. O que garante que os segmentos divididos têm a mesma medida ? Que conhecimentos de geometria você usou para fazer a atividade ?</p>
---	---

ANEXO 09

ATIVIDADE 7 - SIMETRIA

	<ol style="list-style-type: none">1. Trace uma reta r.2. Marque um ponto A fora da reta r.3. Trace uma reta s perpendicular a r passando pelo ponto A.4. Encontre um ponto B diferente de A localizado a mesma distância da reta r sobre a reta s.5. O ponto B é chamado simétrico do ponto A em relação a r.
	<ol style="list-style-type: none">6. Movimente o ponto A e observe o que acontece com o ponto B.

--	--

ANEXO 10

ATIVIDADE 8 - SEMELHANÇA DE TRIÂNGULOS



1. Construa um triângulo ABC, meça seus lados.
2. Determine os pontos médios de AB, BC e CA e nomeie-os respectivamente como E, F e G.
3. Construa o triângulo EFG, meça seus lados.

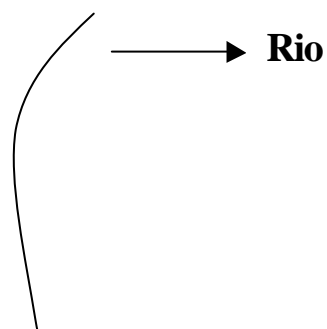


4. Movimente os pontos A, B e C e observe as relações métricas que existem entre os lados dos triângulos ABC e EFG.
5. Qual a relação entre as áreas de ABC e EFG ? Justifique.
6. Existe na figura em questão outros triângulos semelhantes ? Se existe enumere quais são.

ANEXO 11

COLETA 1 – Ponte sobre o rio

- A



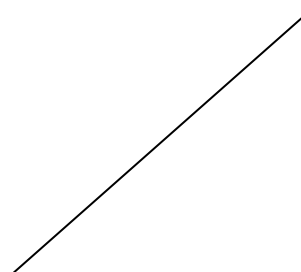
- B

Precisa-se construir uma ponte que cruze o rio entre as cidades A e B. Para não desagradar os habitantes das duas cidades, a ponte deve estar sobre o rio à mesma distância entre as duas cidades. Onde deve ser construída a ponte?

ANEXO 12

COLETA 2 – Triângulo isósceles e simetria

- A





Construa um triângulo ABC isósceles de modo que:

- B seja simétrico de A em relação a r ;
- Sua base seja AB ;
- ABC seja inscrito no círculo c centrado em O .

ANEXO 13

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
FACULDADE DE EDUCAÇÃO
SALA MULTIMEIOS

FICHA DE OBSERVAÇÃO DAS SESSÕES DO ESTUDO PILOTO 1

Nº da sessão: _____ Data da Sessão: _____

Observador: _____

Horário: Início - _____ Término - _____

Disposição dos Computadores

Whitehead

Gauss

Descartes

Tales

Hilbert

Arquimedes

Fibonacci

Cantor

Moebius

Frenet

Brouwer

Newton

Weierstrass

HORÁRIO	OBSERVAÇÕES

ANEXO 14**FICHA DE ANÁLISE DAS SESSÕES DO ESTUDO PILOTO 1**

- Aluna: _____
- Sessão N°: _____
- Ficha (s) de Atividade (s) N°: _____

1) Você teve alguma dificuldade na resolução das atividades ? Quais?

2) Que conceitos da geometria lhe causaram mais dúvidas ?

3) Quanto aos conceitos de geometria envolvidos na atividade:

- você já conhecia
- aprendeu durante a aula
- não conseguiu entendê-los
- Outros _____

4) Quanto a atividade proposta, o enunciado estava claro e objetivo ?

5) Você sentiu dificuldade em manusear o software Cabri-Geómètre ? Quais ?

6) Durante a resolução das atividades, você consultou algum colega, o professor ou monitor para tirar possíveis dúvidas ? No caso de ter consultado, quais foram as dúvidas ? Foi esclarecido ?

7) Apresente sugestões que poderiam facilitar sua aprendizagem durante as aulas.

ANEXO 15

FORMULÁRIO DE ENTREVISTA FINAL PARA AS ALUNAS PARTICIPANTES DO ESTUDO PILOTO 1

- Nome: _____
 - Idade: _____ Telefone: _____
 - Curso: _____
 Período: _____

- 1) Cursou o ensino fundamental em escola:
 Pública Privada Pública e Particular
- 2) Cursou o ensino médio em escola:
 Pública Privada Pública e Particular
- 3) Você já repetiu alguma série do ensino fundamental ou médio ?
 Sim Não

No caso de ter respondido “sim”, a causa da repetência teve alguma relação com a disciplina de matemática ?

4) Você já leciona ? Em que série (s) ?

5) O que motivou-lhe a participar desse curso ?

6) Você já teve alguma experiência com o computador anterior ao curso ?
 Comente.

7) Você acha “fácil ou difícil” manusear o computador ? Justifique.

8) Você acha que o software Cabri-Géomètre pode contribuir para a aprendizagem em Geometria? Por quê ?

9) Você gosta de matemática ? Justifique.

10) Você estudou Geometria em alguma série do ensino fundamental ou médio ? Qual (is) série (s) ?

11) Caso tenha estudado, teve dificuldades de aprendizagem ? Em quais conteúdos?

12) Você aplica conhecimentos de geometria em seu cotidiano? Quais situações?

13) Como você caracterizaria um “bom professor” de matemática?

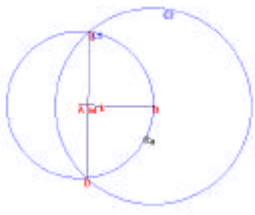
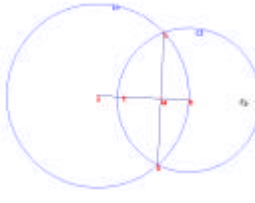
14) Durante as aulas, acha melhor estudar sozinho ou em grupo? Por quê?

15) Faça uma avaliação sobre o curso que participou.

ANEXO 16

MODELO DO PROTOCOLO DE TRANSCRIÇÃO DOS ARQUIVOS DO SCREENCAM

- **Aluna:** Bianca
- **Sessão:** 03 – **Início:** 08:10h **Término:** 09:15h
- **Atividade:** Ponto Médio
- **Data:** 10/05/2000
- **Professor da sessão:** Pesquisador 1
- **Monitores:** Pesquisadores 2 e 3
- **Responsável pela transcrição:** Pesquisador 4

AÇÃO	FALA	FIGURA
Pergunta para o monitor:	“Onde fica o raio AB ?”	
Monitor:	“O que é o raio?”	
Relê a questão e diz:	“B tem que estar junto”.	
Seleciona tudo e apaga.		
O monitor diz:	“O raio é o segmento que vai do centro até a extremidade da circunferência”.	
Refaz os pontos A e B, agora mais próximos que da vez anterior.		
O monitor diz:	“Para fazer a circunferência dê dois cliques, um para o centro e outro para a extremidade”.	
Faz a primeira e a segunda circunferência. Nomei-as como C1 e C2. Vai à opção ponto de intercessão duas vezes e volta para a figura. Arrasta a figura duas vezes e não consegue marcar os pontos de intercessão. Volta ao menu mais duas vezes. Chama o monitor para ajudá-la a marcar os pontos. O monitor ajuda. Ela marca os pontos e diz:	“Nossa, como eu sou desligada”!	

		COMENTARIOS
Resolve a atividade, abre a janela de comentários e escreve: "Foi percebido que quando se movimenta o ponto B, os pontos M e E também se movimentam permanecendo no lugar somente o ponto A." Oculta C1, C2, C e D. Fica movimentando o ponto B.		<p>Podemos perceber que a aluna apresentou algumas dificuldades como:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Elucidar o conceito de raio, circunferência e ponto médio. - Movimentar e estabilizar as figuras.
O monitor diz:	"Movimente os outros pontos".	
Pergunta para o monitor:	"Tem que movimentar os pontos E e M também?"	
Fica clicando em E e M, mas não consegue movimentá-los. Pede ajuda para o monitor.		
Depois diz:	"Quando mexo o ponto B, os pontos M e E não saem do lugar e o A também permanece".	