

Universidade Federal de Santa Catarina

Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção

**DESENVOLVIMENTO DE UM AMBIENTE
HIPERMÍDIA PARA O ENSINO DA GEOMETRIA
PLANA - MÓDULO POLÍGONO**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

João Haroldo Borges Pereira

**Florianópolis
Agosto 2001**

Universidade Federal de Santa Catarina

Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção

**DESENVOLVIMENTO DE UM AMBIENTE
HIPERMÍDIA PARA O ENSINO DA GEOMETRIA
PLANA - MÓDULO POLÍGONO**

João Haroldo Borges Pereira

**Dissertação apresentada ao
Programa de Pós Graduação em
Engenharia de Produção da
Universidade Federal de Santa Catarina
como requisito parcial para obtenção
do título de Mestre em Engenharia de Produção**

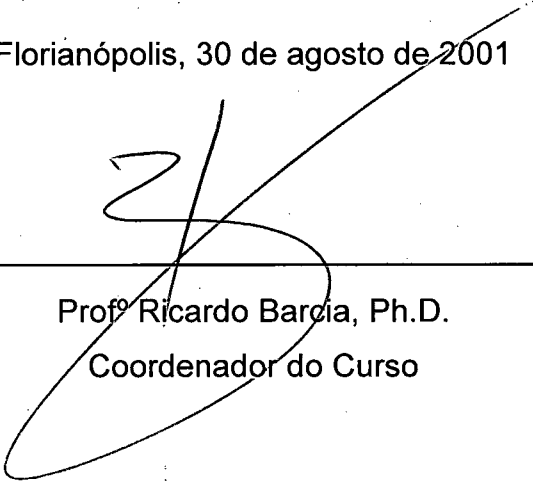
**Florianópolis
Agosto 2001**

João Haroldo Borges Pereira

**DESENVOLVIMENTO DE UM AMBIENTE
HIPERMÍDIA PARA O ENSINO DA GEOMETRIA
PLANA - MÓDULO POLÍGONO**

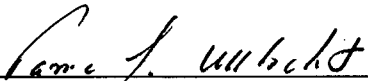
Essa dissertação foi julgada adequada para a obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção no programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina.

Florianópolis, 30 de agosto de 2001




Prof.º Ricardo Barcia, Ph.D.
Coordenador do Curso

Banca Examinadora:

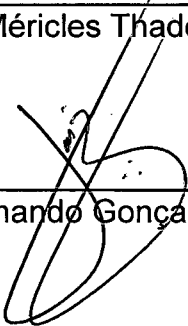


Prof.ª Vania Ribas Ulbricht, Dra.

Orientadora



Prof. Mérciles Thadeu Moretti, Dr.



Prof. Luiz Fernando Gonçalves Figueiredo Dr.

AGRADECIMENTOS

A Vania Ribas Ulbricht, minha orientadora, pela confiança, orientação e sobretudo, pela amizade;

Aos membros da banca examinadora, professores Mércles Thadeu Moretti e Luiz Fernando Gonçalves Figueiredo por aceitar o convite para avaliar este trabalho;

Aos meus pais, José Manoel Pereira e Dorilda Gomes Pereira, que do alto de sua simplicidade e humildade souberam valorizar e apoiar meu caminho;

Aos meus filhos, Gabriel e Águida, pelo carinho e compreensão;

A Tânia da Silva, pela atenção, paciência e pelo incentivo;

Aos bolsistas envolvidos neste projeto.

Aos amigos, Henderson, Edson, Luiz Gomes, Valdete, Marilinha, Josiane, Elenita, Leandra e aos demais colegas do departamento.

Aos bolsistas do Laboratório de Hiperfúria.

Meus sinceros agradecimentos!!

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	vii
RESUMO	ix
ABSTRACT	x
1. Definição do problema de Pesquisa	10
1.1 Introdução.....	10
1.2 Apresentação do tema	11
1.3 Justificativa e relevância do trabalho.....	12
1.4 Objetivos	14
1.4.1 Objetivo Geral	14
1.4.2 Objetivo Específico	14
1.5 Metodologia.....	15
1.6 Estrutura do Trabalho.....	16
2. A História da Geometria	17
2.1 Introdução	17
2.2 A Gênese da História da Geometria.....	21
2.2.1 Babilônia	21
2.2.2 O Sistema Numérico.....	22
2.2.3 A Geometria na Babilônia	24
2.3 O Egito	24
2.3.1 A Geometria Egípcia.....	25
2.4 A Grécia.....	26
2.4.1 A Geometria Grega.....	29
2.4.2 Os Elementos de Euclides.....	33
2.4.2.1 Outros trabalhos de Euclides.....	39
2.5 Os Sucessores de Euclides.....	40
2.6 Os Comentadores	44
2.7 O Declínio da Matemática	45

3. A Informática na Educação.....	47
3.1 Introdução	47
3.2 Tecnologia na Educação	48
3.2.1 Histórico da Tecnologia Educativa	52
3.2.2 A Informática Educativa no Brasil	54
3.3 Novas Tecnologias na Educação.....	59
3.3.1 Multimídia.....	62
3.3.2 Hipertexto.....	64
3.3.3 Hipermídia no Ensino	68
3.4 Importância da I.A no Software Educacional.....	69
3.4.1Agentes.....	71
3.4.1.1 Atributos de Agentes Inteligentes.....	73
3.4.1.2 Agentes Inteligentes nas Hipermídias	74
3.5 Conclusão.....	75
4. Descrição do Ambiente.....	77
4.1 Introdução	77
4.1.1 Geometrando.....	79
4.1.2 Procedimento Metodológico.....	82
4.1.3 Estrutura do Geometrando.....	85
4.2 Módulo Polígono.....	85
4.2.1 Descrevendo o Módulo Polígono	86
4.2.2 Organização do conteúdo do Módulo Polígono	87
4.2.3 Diagrama de Organização de um Hipertexto sobre o Conteúdo de Geometria Plana -Módulo Polígono.....	88
4.2.4 Abrindo Invólucros	90
4.2.5 Fluxograma de navegação no ambiente	95
4.2.6 Simulando a navegação do aluno no Módulo Polígono.....	98
5. Conclusões e Recomendações para Futuros Trabalhos.....	111
5.1 Conclusões.....	111
5.2 Recomendações para futuros trabalhos.....	114
6. Bibliografia Referenciada	116
7. Bibliografia Consultada	120

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Estiradores de corda	19
Figura 2: Divisão de um segmento em média e extrema razão	31
Figura 3: Página do "Livro I" de "Os Elementos" de Euclides	36
Figura 4: Mapa do mundo de Erastóstenes	41
Figura 5: Cônicas obtidas a partir de seções de cones circulares retos	42
Figura 6: Tecnologias intimamente interligadas e independentes	50
Figura 7: Vantagens do computador em relação aos demais recursos tecnológicos e a interatividade	51
Figura 8: Processo de mudança contínua em ambientes educacionais	61
Figura 9: Estrutura simplificada de um hipertexto	65
Figura 10: Agentes interagem com o meio ambiente através de sensores e atuadores	72
Figura 11: Vassili Kandinsky, "pontas no arco", 1927	81
Figura 12: Organograma metodológico	84
Figura 13: Estrutura do geometrando	85
Figura 14: Diagrama de colchetes	88
Figura 15: Diagrama de conteúdo de geometria plana módulo polígono	89
Figura 16: Detalhamento da figura 15	90
Figura 17: Detalhamento da figura 15	90
Figura 18: Detalhamento da figura 15.....	91
Figura 19: Detalhamento da figura 18	92
Figura 20: Detalhamento da figura 19.....	93
Figura 21: Detalhamento da figura 19.....	93
Figura 22: Detalhamento da figura 19.....	94
Figura 23: Trecho do fluxograma de navegação.....	96
Figura 24: Trecho do fluxograma de navegação.....	96
Figura 25: Trecho do fluxograma de navegação.....	96

Figura 26: Trecho do fluxograma de navegação.....	97
Figura 27: Trecho do fluxograma de navegação.....	97
Figura 28: Trecho do fluxograma de navegação.....	97
Figura 29: Tela de seleção das figuras que tem lados, e as que são curvas...	98
Figura 30: Tela escolha do tipo de figura que o usuário irá estudar	99
Figura 31: Tela de interação para construção dos polígonos.....	100
Figura 32: Mostra um instante após ter havido um clique sobre a tesoura.....	101
Figura 33: O usuário deverá clicar sobre o nome do polígono e arrastá-lo até ficar sobre o mesmo, fazendo a correspondência.....	102
Figura 34: O aluno clica em triângulo e inicia seus estudos	103
Figura 35: Tela de comparação entre dois triângulos.	104
Figura 36: Tela de identificação dos elementos do triângulo retângulo.....	104
Figura 37: Tela de conclusão da existência de um triângulo.....	105
Figura 38: Momento em que ocorreu a interação com a mídia.....	105
Figura 39: Compara as mídias para construir o ângulo reto.....	106
Figura 40: Conclui sobre a regularidade dos polígonos, utilizando a natureza intuitiva das abelhas.....	106
Figura 41: Instante em que o aluno interage com um triângulo, sendo este, interceptado nos vértices, dividindo-se em três partes.....	107
Figura 42: Determinação do ortocentro. Momentos após a interação.....	107
Figura 43: Mediatriz de um segmento de reta. Oportunidade para a construção da mesma.	108
Figura 44: Instantes após o aluno ter interagido com o retângulo em destaque na tela de Malevicht, intitulada "Suprématisme"	108
Figura 45: Mostra a interação com o triângulo ABC, proporcionando uma melhor compreensão do teorema da equivalência de áreas.....	109
Figura 46: Utilização da imagem dos "estiradores de corda", para determinar o perímetro de um triângulo.....	109

RESUMO

PEREIRA, João Haroldo Borges. **Desenvolvimento de um ambiente Hipermídia para o ensino da Geometria Plana - Módulo Polígono**. Florianópolis, 2001. 121f.
Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção)-Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção, UFSC, 2001.

A escola tem funcionado, na maioria das vezes como um meio inibidor do desenvolvimento das noções espaciais do indivíduo, pois quando a criança inicia na pré-escola, ela já desenvolveu conhecimentos geométricos, uma vez que até esta idade, esteve descobrindo as formas e dimensões dos objetos. Essas percepções criam na criança as concepções geométricas, as quais cabe à escola desenvolver e aprimorar dando-lhes uma roupagem científica. No ensino básico, quando a geometria é abordada, isso é feito, em geral, de uma forma que valoriza a memorização e os processos mecânicos de demonstração. Procurando alterar este contexto desenvolveu-se um "software" hipermídia para aprendizagem da geometria plana, utilizando para tanto a metáfora da história da arte, onde através de um passeio no tempo, o usuário deverá interagir com telas contextualizadas com obras de arte de pintores famosos como: Vassily Kandinsky, Kazimir Malevich e outros que favorecerão o aprendizado de polígonos, mais precisamente o conteúdo referente a triângulo. Para alcançar tal objetivo foi elaborado um organograma de conteúdo do assunto, partindo-se para a confecção do diagrama de invólucros. Como última fase do pré-projeto foi elaborado o *storyboard*, que é uma fase de grande importância no projeto, tendo em vista ser o momento onde se faz toda a previsão de mídias e textos que resultarão nas telas do ambiente. Pretende-se com este produto educacional contribuir efetivamente para o aprendizado da geometria de forma moderna e permitir que o indivíduo desenvolva seu raciocínio lógico, colaborando-se, desta forma, com a formação integral do homem.

Palavras Chave: Aprendizagem, Conhecimento, Geometria, Hipermídia.

ABSTRACT

PEREIRA, João Haroldo Borges. **Desenvolvimento de um ambiente Hiperídia para o ensino da Geometria Plana - Módulo Polígono**. Florianópolis, 2001. 121f.
Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção)-Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção, UFSC, 2001.

Schools generally work as an inhibit factor for the developing of the individual's space concepts. The children, in kindergarten, have already developed the geometrical knowledge, because up until this age they were discovering the objects shapes and dimensions. These perceptions develop in the child geometrical concepts, it is the function of the school to develop and improve these concepts given them a scientific approach. In basic education, geometry is approached, usually, in a way that memorization and mechanical demonstrations processes are promoted. In order to improve this situation an hypermedia software was developed for the teaching of planar geometry, using for this purpose the art history metaphor, where through a time travel, the user will have to interact with screens with works of famous painters such as: Vassily Kandinsky, Kazimir Malevich an others that will help the learning of polygons, specially triangle. In order to reach this goal a contents organogram was developed, then an involucro diagram was made. As a last phase of the pre-project a storyboard was developed, this is a very important phase of the project, because all the definitions of the media and text to be used in the screens of the learning environment are taken here. It is expected whit this educational product to contribute with the teaching of Geometry in a modern way allowing to individuals to develop their spatial reasoning, helping, in this way, with the formation of man.

Key Words: Teatching, Knowledge, Geometry, Hipermedia

CAPÍTULO I

DEFINIÇÃO DO PROBLEMA DE PESQUISA

1.1 INTRODUÇÃO

Várias são as causas apontadas pela quase inexistência do ensino da geometria no Brasil. Dentre elas, citam-se: a perda de objetividade no ensino da disciplina, a massificação do ensino, o surgimento da teoria dos conjuntos na matemática moderna, etc.

Outro fato que levou à marginalização do ensino da geometria foi fato dos livros didáticos, utilizados na escola apresentarem os conteúdos de geometria nos seus capítulos finais, onde o professor dificilmente chega.

O abandono do ensino da geometria nos 1º e 2º graus foi ainda agravado pela ausência, nos currículos, dos cursos de formação de professores do ensino fundamental, do conhecimento da geometria, gerando um despreparo e a conseqüente divulgação errônea de que a geometria é uma parte abstrata da matemática e portanto de difícil percepção para os alunos. O desconhecimento, por parte dos professores, da importância da geometria na formação e desenvolvimento cognitivo da criança, está longe de ser reconhecida e deixa uma lacuna importante na formação intelectual do aluno.

Como resultado deste quadro, o mercado de trabalho, quer seja ele de nível técnico ou de nível superior, depara-se com um profissional que não distingue formas, que não diferencia sequer figuras bidimensionais das tridimensionais, que tem uma visão muito particular e compartimentalizada do mundo que lhe rodeia, que não avança em seus pensamentos, ou seja, é um indivíduo que apenas

repete tarefas. Para este profissional o mundo circular ou esférico são simples formas diferenciadas de dizer a mesma coisa.

Ora, com o advento do computador e sua inserção, ainda que por etapas, em escolas e residências, a realidade acima descrita pode ser modificada. Daí a grande importância em oferecer aos alunos, professores e pessoas em geral, interessadas por geometria, um ambiente moderno de aprendizagem, baseado em princípios de interatividade e hipermídia, inserido na dimensão artística, permitindo ao sujeito da aprendizagem a construção de seus conhecimentos geométricos.

1.2 APRESENTAÇÃO DO TEMA

O advento das novas tecnologias e o ensino tradicional nos níveis escolares da atualidade trazem a tona a preocupação em desenvolver novos métodos e ferramentas voltados para a realidade e para o contexto do aluno.

No que se refere a novas tecnologias, pode-se afirmar que, técnicas que auxiliam no processo de ensino aprendizagem como: Hipermídia, Agentes Inteligentes e outros, se encontram disponíveis e, sem sombra de dúvida, já estão sendo amplamente utilizados por vários segmentos da sociedade científica.

Assim, o projeto em questão, prevê o desenvolvimento de um "software" voltado para aprendizagem da geometria plana, utilizando para tanto a metáfora da história da arte.

O usuário, através de um passeio no tempo, pode interagir com elementos geométricos associados, por analogia, a elementos das diversas épocas da história da arte.

A metodologia é construtivista e o usuário será desafiado a construir sua base de conhecimento, a partir de figuras escolhidas dentre àquelas referentes a momentos históricos diferentes, para chegar aos elementos básicos como: pontos, retas, ângulos, triângulos, polígonos, etc.

1.3 JUSTIFICATIVA E RELEVÂNCIA DO TRABALHO

Vive-se em uma era que poderia ser chamada de revolução da informação. Como no caso da revolução industrial, este período de mudança vem se caracterizando por transformações profundas no nosso estilo de vida, forma de trabalho e relacionamento com outras pessoas e empresas. Enquanto a revolução industrial permitiu ao homem ampliar principalmente a sua capacidade física, a revolução da informação permite ampliar principalmente a sua capacidade mental (Gómez, 1999; *apud* Souza, 1999).

Entrou-se num processo dinâmico de revolução dos conhecimentos e de habilidades e treinamento profissional, para ajustar-se as novas demandas sociais. A mudança dos processos produtivos exige um profissional que tenha desenvolvido novos requisitos intelectuais como: capacidade de aprender, desenvolvimento do raciocínio abstrato e do pensamento lógico-dedutivo. A tendência é que a demanda por conhecimento, qualificação, atualização e treinamento profissional tende a continuar num processo geometricamente crescente (Souza, 1999).

O uso das novas tecnologias de comunicação e informação no processo de ensino/aprendizagem, segundo esse mesmo autor, tem possibilitado a criação de novas metodologias e aberto as fronteiras de tempo e espaço. Os estudantes podem interagir com o computador, e não serem meramente receptores de informações. Eles também podem receber "feedback" das tarefas que executam, trocar informações com colegas e realizar novas experiências.

A compreensão de que a utilização dos recursos tecnológicos é irreversível, tornou-se imperativo para o professor, o que não significa, neste momento histórico, que a máquina o substituirá na sua função de mediador. O acesso à tecnologia está se tornando cada vez mais comum e, portanto, é necessário ao sujeito a apropriação do conhecimento que a informatização permite. Além disso, a utilização do computador pode contribuir para a produção de novos saberes e mesmo para a identificação de novas relações entre o conteúdo conceitual geométrico e, por exemplo, a arte.

Assim, como alternativa para melhorar o processo de ensino-aprendizagem, está-se colocando a disposição dos meios educacionais o projeto: "Geometrando-caminhando no tempo com a Geometria".

Este projeto foi concebido por professores da universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), coordenados pela professora Dr^a Vania Ribas Ulbricht, do Departamento de Expressão Gráfica, tendo como instituição participante a Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), além de uma equipe formada por outros professores das duas Universidades que atuam na colaboração e orientação de bolsistas, mestrandos e doutorandos integradas ao projeto o qual prevê o desenvolvimento de um "software" voltado para o aprendizado de geometria, utilizando para tanto a metáfora da história da arte. O usuário deverá construir seu conhecimento interagindo com elementos geométricos ligados, por analogia, a elementos de diversas épocas da história da arte.

No "software" está previsto, ainda, a utilização da teoria pedagógica construtivista que o fundamente e que possibilite ao estudante um real processo de aprendizagem e desenvolvimento de sua criatividade.

Este ambiente será colocado, em princípio, a disposição de professores da rede pública de ensino, principalmente aos professores de matemática, como uma

forma de reciclar seus conhecimentos, que por motivos culturais foram se perdendo no tempo, assim como também será utilizado nas disciplinas de Desenho Geométrico oferecidas pelo Departamento de Expressão Gráfica da Universidade Federal de Santa Catarina, nos cursos de Matemática e de Comunicação e Expressão Visual e, numa fase mais adiantada, ficará disponibilizado na internet, estando aberto ao público adulto em geral.

Pode-se dizer ainda que para a compreensão do binômio Educação e Tecnologia é necessário ter clareza que de nada adianta ter em mãos a última geração de determinados artefatos tecnológicos, mas sim, ter no profissional da educação o principal ator no processo ensino aprendizagem.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 OBJETIVO GERAL

Desenvolver um ambiente hipermídia para o ensino de geometria plana, utilizando para isso a metáfora da história da arte, considerando o construtivismo como abordagem pedagógica, visando a melhoria da qualidade do ensino-aprendizagem.

1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Utilizar o ambiente para atendimento das diferenças cognitivas individuais;
- Proporcionar ao estudante a possibilidade de construir seu próprio conhecimento de forma facilitada pela navegação no ambiente informatizado;
- Permitir ao aluno estabelecer conexões entre a geometria e outras áreas do conhecimento, a partir da exploração dos objetos do mundo físico, de obras de arte, pinturas, desenhos, esculturas e artesanato;
- Identificar características das formas geométricas bidimensionais, percebendo semelhanças e diferenças entre elas, reconhecendo elementos que a compõem (vértices, lados, ângulos);

- Despertar os alunos para olharem ao seu redor, observando formas e procurando representá-las, afim de descobrirem a presença de padrões geométricos na natureza, nas artes e na arquitetura;
- Privilegiar o pensamento geométrico, a visualização e a representação de formas, objetos e figuras geométricas;
- Conduzir um curso de geometria a partir da problematização e exploração de objetos do cotidiano;
- Evitar definições exageradamente formais e extensas, para que elas não desviem a atenção dos alunos das relações e propriedades essenciais para a formação dos conceitos;
- Exploração natural dos conceitos geométricos, por meio da reflexão sobre as situações e o ambiente visual, aproveitando situações significativas que provoquem questões para os alunos.

1.5 METODOLOGIA

A partir das problemáticas apontadas, no que diz respeito ao ensino da geometria, buscou-se nos recursos tecnológicos, a inserção do computador como ferramenta, na tentativa de melhorar o processo de ensino/aprendizagem da geometria.

Para tanto, partiu-se a um estudo, procurando-se um caminho de pensar rigoroso, sistemático, segundo procedimentos de pesquisa qualitativa. Assim, pensando no objetivo primário da pesquisa, que é a busca da melhoria da qualidade do ensino/aprendizagem da geometria plana, utilizou-se de ferramental eletrônico que utiliza a hipermídia aliada a teoria construtivista para o desenvolvimento do modelo.

Para atingir o objetivo pretendido foram delineadas as seguintes etapas:

-Revisão bibliográfica, no sentido de buscar em artigos e livros científicos os conteúdos de geometria plana e histórico da geometria, e junto a literatura

específica da área da engenharia de produção, pesquisou-se sobre mídia e conhecimento.

-Estruturação do conteúdo de forma lógica como: mapa de navegação e diagrama de invólucros.

-Elaboração do "storyboard" do "Módulo Polígono" através de meio analógico, criando páginas com textos e mídias, sendo que, nestas, as imagens podem ser estáticas ou animadas.

-Finalizando, realizou-se a implementação do "storyboard" do "Módulo Polígono" através de meio digital.

1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO

O capítulo 1 descreve a parte introdutória do trabalho, ressaltando os problemas no ensino da geometria no Brasil e aponta uma possível mudança utilizando um ambiente computadorizado, onde o aluno não é mais mero expectador e sim o agente do seu aprendizado.

No capítulo 2 faz-se uma viagem no tempo, iniciando na idade da pedra, sendo o período Neolítico, aquele em que a humanidade já experimentava uma das primeiras revoluções sociais. Através de um vôo no tempo aterriza-se na Grécia, no período de 300 a.C. a 200 a.C., onde o grande marco da história da geometria, Euclides (c. 300 - 225 a.C.) escreveu "Os Elementos", obra que reuniu e sintetizou as principais descobertas geométricas de seus precursores.

O capítulo 3 descreve a importância do computador como recurso facilitador para auxiliar o processo de mudança pedagógica, isto é, a criação de ambientes de aprendizagem que enfatizam a construção do conhecimento e não a instrução.

O capítulo 4 faz uma apresentação do ambiente hipermídia, que é voltado para a aprendizagem da geometria plana, utilizando como metáfora a história da arte. Nesse ambiente, que é inteiramente construtivista, o usuário, através de um passeio no tempo, interage com elementos geométricos associados, por analogia, a elementos das diversas épocas da história da arte.

Para finalizar, o capítulo 5 apresenta as considerações finais, e as sugestões para futuros trabalhos.

CAPÍTULO II

A HISTÓRIA DA GEOMETRIA

“Aqueles que pretendem compreender mais profundamente a significação da ciência e suas conexões com outros objetos do pensamento e da atividade humana, devem conhecer um pouco da história do seu desenvolvimento”.

Wilhian Dampier

2.1 INTRODUÇÃO

Não se pode precisar com exatidão, segundo Eves (1997), o início da Idade da Pedra, porém, pode-se afirmar que ela não foi estática, percebendo-se limitados avanços científicos e intelectuais. Esta fase pode ser dividida em:

- 1º período, chamado Paleolítico ou Antiga Idade da Pedra (c.5000000-10000 a.C.). No final desse período, o *Homo Sapiens* troca a moradia em caverna por estruturas móveis, que levava consigo nas caçadas e outras atividades, como a colheita de frutas.
- 2º período, chamado Mesolítico ou Média Idade da Pedra (c.10000-7000 a.C.) caracterizou-se por uma economia calcada no binômio caçar/colher.
- 3º período, o Neolítico ou Nova Idade da Pedra, com o surgimento, principalmente, da agricultura intensiva e em grande escala. Surge as idades do bronze (3000 a.C.) e do ferro (1100 a.C.) gerando uma nova classe social: a dos Artesãos, com habilidade em forjar instrumentos especializados. Adotou-se um estilo sedentário de viver, já que os agricultores não precisavam mais se deslocar, com frequência, para poderem sobreviver.

Ainda segundo Eves (1997), o homem da idade da pedra não desenvolveu ferramentas volumosas nem a linguagem escrita, porque pela sua maneira nômade de viver, não podia carregar consigo equipamentos pesados, e nem tão pouco, bibliotecas volumosas. Nestas condições, um caçador não tinha tempo para pensar em questões filosóficas nem em ciências. Entretanto, no último milênio da Idade da Pedra, durante o período Neolítico, a humanidade passou do estágio de colher, simples e naturalmente frutos silvestres, castanhas, raízes e vegetais, para o de efetivamente plantar sementes e colher a safra. Este marco da história da humanidade ficou conhecido como o período da revolução agrícola. Surge o comércio, e com isto a necessidade de contar. Esta nova atividade acena com a idéia de pensamento científico. Todavia, afora os sistemas de contagem primitivos, somente com o desenvolvimento da agricultura intensiva e em grande escala é que foi surgindo uma aritmética mais sofisticada. Nesse período, ou seja, depois de 3000 a.C., emergem comunidades agrícolas, densamente povoadas ao longo do rio Nilo na África, dos rios Tigre e Eufrates no Oriente Médio e ao longo do rio Amarelo na China. Essas comunidades criaram culturas nas quais a ciência e a matemática começaram a se desenvolver.

De acordo com Boyer (1974), afirmações sobre as origens da matemática, seja da aritmética, seja da geometria, são arriscadas, pois as mesmas são mais antigas do que a arte de escrever. O homem só foi capaz de colocar seus registros e pensamentos em forma de escrita nos últimos seis milênios. As informações pré-históricas dependem de interpretações baseadas nos poucos artefatos que restaram, de evidências formadas pela moderna antropologia, e de extrapolação retroativa, conjectural, a partir de documentos que sobreviveram.

Boyer (1974) afirma ainda que, Heródoto (c. 484 – 425 a.C.) e Aristóteles (c.384 – 322 a.C.), subestimaram a motivação que produziu a matemática, qual seja, a de que as origens da matemática (geometria) estaria no Egito. De acordo com a teoria de Heródoto, a origem era a necessidade prática de se fazer novas medidas de terra após cada inundação periódica que ocorria no vale do rio. Por outro lado,

Aristóteles defendia a existência, no Egito, de uma classe sacerdotal com lazeres e que conduziu ao estudo da geometria. Essas idéias são consideradas teorias opostas pois, enquanto um acreditava que a origem era a necessidade prática, o outro defendia que a origem estava no lazer sacerdotal. O fato é que os geômetras Egípcios eram conhecidos pela alcunha de “Estiradores de Corda”, (Figura 1): porque elas eram utilizadas tanto para traçar as bases de templos como para realinhar demarcações apagadas de terras, visando a aplicação de impostos. Na verdade, o homem Neolítico, mostrava certa preocupação com relações espaciais o que, seguramente, abriu caminho para geometria, pois seus potes, tecidos e cestas mostram exemplos de congruência e simetria, que, em essência, são partes da geometria elementar. Os Chineses, que por sua vez também utilizavam-se de cordas na construção de templos e altares, eram conhecidos como “SULVASUTRAS”. Por esta razão, sugeriu-se que tanto a geometria da Índia como a Egípcia pudessem provir de uma fonte comum, uma Protogeometria, relacionada com ritos primitivos, mais ou menos do modo como a ciência se desenvolveu a partir da mitologia e a filosofia da teologia.

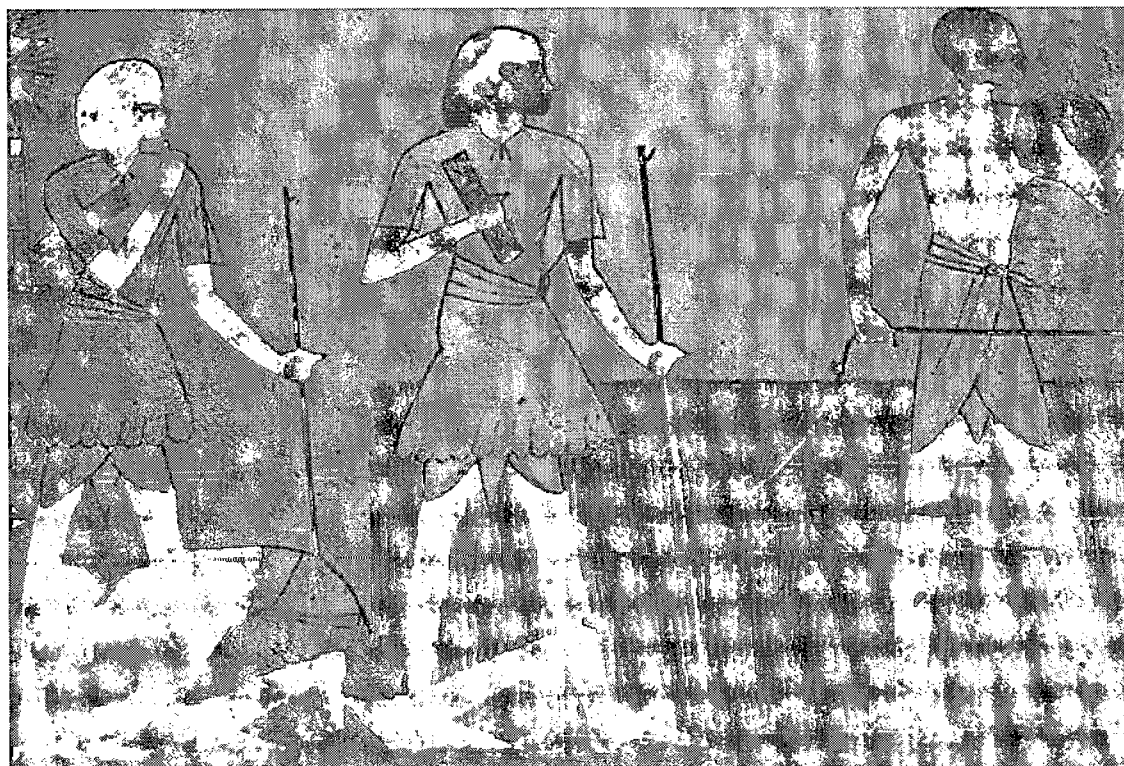


Figura 1 - Estiradores de Corda - Fonte: Millies & Bussab 1999, p.13

Por volta de 2500 a.C. cidades como Mênfis e Tebas emergiram como metrópoles líderes do Egito. Aproximadamente em 2200 a.C. o faraó Pepi II constrói a cidade de Heracleópolis como sua capital. Outras cidades surgiram no vale do rio Tigre e Eufrates, onde impera a troca de bens entre agricultores e artesãos, surgindo daí, uma classe de mercadores. Surge pela primeira vez o laser. Enquanto a maioria da população, formada por agricultores, passava o dia trabalhando, outros como: reis, sacerdotes, mercadores e escribas, tinham tempo para pensar nos problemas relativos à natureza e a ciência. Essa característica fez com que os historiadores se referissem ao Egito, Índia, China e ao Oriente Médio, como "Berços da Civilização" (Eves, 1997).

Segundo este mesmo autor, no período de formação dos "Berços da Civilização", os povos construíram as primeiras cidades, desenvolveram projetos de emigração, inventaram a escrita e deram início à matemática, a astrologia e a metalurgia. Construíram ainda monumentos como as pirâmides, a Esfinge e os Jardins Suspensos da Babilônia.

Para Milies e Bussab (1999), o Oriente Médio, devido a sua peculiar posição geográfica, esteve sujeito a incursões de povos em deslocamento, desde a dispersão do *Homo Sapien*. O vale dos rios Tigre e Eufrates, no atual Iraque, retrata bem esta paisagem. Povos vieram, conquistaram a região, criaram vastos impérios, cultivaram as margens pantanosas dos rios, ergueram templos e monumentos, e foram por sua vez, conquistados. Assim, pode-se falar, de certa forma, de uma cultura Mesopotâmica (do Grego "Mesopotâmia" que significa entre rios) onde povos como: Sumérios, Caldeus, Assírios, Babilônicos, Mitânicos, Cassitas e Persas fizeram parte, contribuindo com suas culturas. Vestígios de ocupação desta região são anteriores ao oitavo milênio antes de Cristo, o que faz com que este vale, seja considerado um berço da civilização por excelência. A forma de registro mais notável, típica da cultura Mesopotâmica, foram as tabuinhas de argila com caracteres cuneiformes. Os historiadores afirmam terem

encontrado nas mesmas, tabelas de números relacionadas a lados de triângulos retângulos, as ternas Pitagóricas, o que os levou a crer que o teorema de Pitágoras, já era conhecido dos mesopotâmicos mil anos antes dos pitagóricos.

Segundo Eves (1997) a medida que as sociedades foram evoluindo, a matemática primitiva também as acompanhou. Com o surgimento da tecnologia de controle das inundações e as drenagens, as terras ao longo dos rios, tornaram-se cultiváveis. Em certas áreas do Oriente Antigo a necessidade da matemática tornava-se imprescindível como ciência prática para assistir atividades ligadas a agricultura e a engenharia. Existem dificuldades em localizar no tempo as descobertas feitas no Oriente antigo, como: a natureza estática da estrutura social, isolamento prolongado de certas áreas, materiais de escrita sobre os quais as descobertas se preservaram foram alguns dos fatores. Os babilônios utilizavam tábuas de argila cozida para registrar seus conhecimentos, já os Egípcios usavam pedras e papiros, o que lhes garantia uma maior preservação da informação, em função do clima seco da região Egípcia. Por outro lado, os Chineses e Indianos utilizavam material muito perecível, como casca de árvore e bambú. Este detalhe técnico, favoreceu o conhecimento de farto material de informações matemáticas dos antigos Babilônios e Egípcios, porém muito pouco se conhece sobre essa matéria, no que tange a China e a Índia. É por esta razão que a matemática Pré-Helênica limitou-se a Babilônia e ao Egito.

2.2 A GÊNESE DA HISTÓRIA DA GEOMETRIA

2.2.1 BABILÔNIA

A denominação Babilônia é uma designação errônea para as civilizações antigas da mesopotâmia (Boyer, 1974). Culturalmente a Babilônia não foi o centro do conhecimento, mas informalmente a convenção sancionou o nome Babilônia para a região durante o período de cerca de 2000 até 600 a.C.. Em 538 a.C. a Babilônia foi dominada por Ciro da Pérsia, e o Império sucumbiu.

A escrita cuneiforme desenvolvida pelos sumérios (civilização do vale mesopotâmio) durante o quarto milênio, pode ser a mais antiga forma de comunicação escrita, pois provavelmente é anterior a hieroglífica Egípcia. Leis, registros de impostos, lições de escola, cartas pessoais e muitos outros acontecimentos eram registrados em tabletas de barro mole com um estilete, e estas eram então cozidas ao sol ou em fornos. Esses documentos, felizmente, eram muito resistentes ao tempo. (Boyer, 1974).

Ainda segundo Boyer (1974), as tentativas de decifrar a escrita cuneiforme iniciaram por volta de 1880, quando viajantes Europeus perceberam inscrições em baixo relevo esculpido num grande rochedo calcáreo próximo da aldeia de Behistun, na região noroeste do atual Irã. Dario, o Grande, foi quem em 516 a.C. mandou executar essa obra arqueológica. Em 1846, Sir Henry Creswicke Rawlinson, um diplomata Inglês e Assiriologista, foi quem desvendou este quebra-cabeça. A partir desse momento foi possível ler textos cuneiformes das tábulas Babilônicas escavadas e diversos períodos da história Babilônica puderam ser identificados. Existem textos matemáticos de 2100 a.C., da sucessiva primeira dinastia Babilônica, a era do rei Hamurabi, que chegam até aproximadamente de 1600 a.C., outro ainda datando do período abrangendo de 600 a.C. a 300 d.C., que varre todo o império neobabilônico do rei Nabuco donosor e as eras Persas e Selêucida. A lacuna referente ao segundo e terceiro período cabe a um período turbulento da história Babilônica.

2.2.2 O SISTEMA NUMÉRICO

Segundo Ritter; (1990, p.12.) "A matemática e a escrita têm uma relação estreita e simbiótica". Descobertas arqueológicas recentes, mostraram que os primeiros sistemas de escrita surgiram para atender as exigências de calcular, dividir e repartir a riqueza material da sociedade.

Consta nas milhares de tabletas encontradas que a civilização mesopotâmica adotava um sistema numérico bem definido ou seja, um sistema sexagesimal ou de base 60. Tudo indica que a escolha da base 60 esteja relacionada a metrologia. Assim pois, uma grandeza de 60 unidades pode ser facilmente dividida em metades, terços, quartos, quintos, sextos, décimos, dozeavos, quinzeavos, vigésimos e trigésimo, proporcionando dez possíveis divisões. Ainda nos dias atuais, restos desse sistema sexagesimal permanecem nas unidades de tempo e medidas de ângulo, apesar da forma decimal de nosso sistema numérico (Boyer, 1974).

O sistema numérico Babilônico e o atual guardam uma estreita relação (Aaboe, 1984). O sistema numérico usado emprega um número finito de símbolos ou algarismos (dez para o nosso caso) para exprimir todos os inteiros. A posição de um algarismo no sistema usado é muito importante, ou seja, a medida que muda de casa para a esquerda, seu valor é multiplicado por 10, para os Babilônios era multiplicado por 60. Desta maneira, utiliza-se uma extensão deste princípio para exprimir certas frações, isto é, a movimentação além da casa das unidades significa dividir o número pelo fator constante 10 ou 60. Assim, os números 10 e 60 são chamados bases decimal e sexagesimal, respectivamente.

O aparecimento progressivo de um conceito numérico abstrato na Mesopotâmia, segundo Ritter (1990), data do III milênio. No início, cada número estava ligado a um sistema de unidades: por exemplo, o "quatro" de "quatro ovelhas" não era escrito da mesma forma que o de "quatro medidas de cereais". Esses diferentes sistemas de unidades não tinham nenhuma ligação entre si. Desta forma, ainda não se estabelecia a relação entre as medidas de superfície e as medidas de comprimento. Desconhecia-se que a superfície podia ser calculada como o produto do comprimento pela largura.

2.2.3 A GEOMETRIA NA BABILÔNIA

A marca principal da geometria Babilônica não é só seu caráter algébrico mas também a mensuração prática. No período que vai de 2000 a.C. a 1600 a.C. os Babilônios já conheciam o teorema de Pitágoras, o que se conclui que esta descoberta precede Pitágoras em um milênio e meio. Além disso, há fórmulas corretas para calcular áreas de figuras geométricas simples como triângulos e trapézios mas faz aproximações grosseiras para cálculo de área e perímetro de um círculo (utilizavam π aproximadamente igual a 3). Foi encontrado também, fórmulas corretas e outras incorretas, para os volumes de vários sólidos (Eves, 1997).

A tábula de Plimpton 322, uma das mais importantes fontes de resgate da geometria Babilônica, escrita por volta de 1900 a.C. a 1600 a.C., traz em seu conteúdo, em forma de coluna, números que correspondem a ternos Pitagóricos. A tábula de Plimpton, catalogada sob o número 322, pertence a coleção G.A. Plimpton da Universidade de Colúmbia. Seu conteúdo foi descrito pela primeira vez por Neugebauer e Sachs em 1945 (Eves, 1997).

2.3 O EGITO

Segundo Eves (1997), as histórias políticas do Egito e da Babilônia são bem diferentes. Enquanto a Babilônia era aberta a invasões de povos vizinhos, atravessando períodos de turbulência, onde impérios se sucediam, o Egito mantinha-se fechado, protegido naturalmente de invasões estrangeiras, governado por uma sucessão de dinastias. Reinava uma sociedade teocrática governada por burocratas ricos e poderosos, íntimos da classe sacerdotal. O trabalho manual era feito por uma classe escrava que erigia grandes templos e as pirâmides. A agrimensura e a engenharia prática foram criadas para auxiliar no planejamento e na execução desses trabalhos.

Uma das grandes obras construídas pelos Egípcios e que envolvia problemas de matemática e engenharia foi a grande pirâmide de Gizé, edificada por volta de 2600 a.C.. Situada no deserto, em Gizé, próxima ao atual Cairo, foi construída por um exército de 100.000 trabalhadores que levaram 30 anos para encerrar a obra, cujo objetivo era de servir de túmulo real. Mais tarde, a grande pirâmide de Gizé, ficou conhecida como uma das sete maravilhas do mundo. Ainda em Gizé, outras duas pirâmides de menor porte foram construídas, de Quéfren e Miquerinos.

Segundo Guelli (1994), quase tudo o que se sabe sobre a matemática dos antigos Egípcios se baseia em dois grandes papiros: O papiro Ahmes e o papiro de Moscou. O primeiro foi escrito por volta de 1650 a.C. e, ao que tudo indica, eram "manuais" escritos para ensinar matemática aos futuros escribas e tem aproximadamente 5,5m de comprimento e 32cm de largura. Foi comprado em 1858 por um antiquário Escocês chamado Henry Rhind. Por isso é conhecido também como papiro de Rhind. Atualmente encontra-se no British Museum, de Londres. O papiro de Moscou é uma estreita tira de 5,5m de comprimento por 8cm de largura, com 25 problemas.

O papiro Ahmes é um antigo manual de matemática que contém 80 problemas, na sua grande maioria, de matemática elementar, todos resolvidos. Foi analisando e estudando o papiro Ahmes que, no século XVIII, os cientistas conseguiram decifrar os Hieróclifos, que eram inscrições sagradas das tumbas e monumentos do Egito (Guelli, 1994).

2.3.1 A GEOMETRIA EGÍPCIA

Segundo Milies e Bussab (1999), o Egito floresceu por volta do IV milênio no meio de um imenso deserto estéril, onde nenhuma vida seria possível, não fosse o rio fornecer água, transporte e também, húmus, graças as inundações anuais. Se as inundações traziam esperança de vida, traziam também desafios. Estes desafios obrigaram os Egípcios a construir diques, canais, reservatórios e fazer

previsões. Tanto é que os Egípcios desenvolveram o calendário astronômico e a divisão de terras cultiváveis. É na busca de respostas aos desafios apresentados pelo rio que está a origem da ciência Egípcia e, em particular, da geometria.

Heródoto (c. 484 – 425 a.C.) faz referência a esta origem: “Se o rio arrastasse uma porção da propriedade de um homem, ele compareceria perante o rei e relataria o acontecido; o rei então enviaria pessoas para examinar e determinar, através de medidas, a extensão exata da perda e assim, só se exigiria dele um imposto proporcional a terra que lhe restasse. Desta prática, acredito eu, foi que a geometria veio a ser conhecida pela primeira vez no Egito e dali passou para a Grécia” (Milies e Bussab, 1999).

O sistema educacional no Egito era bastante difundido e havia sempre alguém na família que era capaz de ler correntemente os hieróglifos. Um escriba estudava desde os cinco até os dezesseis anos, com possibilidades de continuar os estudos entrando para a administração do estado e tornar-se um escriba real (Milies e Bussab, 1999).

No que tange as construções geométricas Egípcias, pouco se sabe e as ilustrações dos problemas geométricos do papiro Rhind mostram que não utilizavam instrumentos. Porém, o traçado dos monumentos, templos e pirâmides evidenciam que dominavam técnicas apuradas de agrimensura e de locação de construções. Há vestígios, segundo historiadores, que os Egípcios teriam conhecimento da terna pitagórica mais elementar (3,4,5), pois eram capazes de traçar um triângulo retângulo, com uma corda com 12 nós (Milies e bussab, 1999).

2.4 A GRÉCIA

Segundo Eves (1997), por volta de 3000 a.C., desencadeou-se um grande período de progresso intelectual e científico nos chamados “berços da civilização”

motivada por uma revolução agrícola. Na Grécia, que era uma reunião de cidades-estado situadas sobre uma miscelânea de ilhas rochosas e penínsulas, no extremo leste do mar mediterrâneo, esta revolução chegou por volta de 2000 a.C.

Entre 1700 e 1200 a.C. despontou uma civilização na ilha Grega de Creta, altamente avançada, chamada Minóica ou Cretense, que dominava a escrita e a leitura. Já a Grécia continental era habitada por um povo menos adiantado, os Micênicos, alfabetizados mas também guerreiros. Por volta de 1200 e 1150 a.C. estas civilizações foram destruídas pelos Dórios. A escrita é reintroduzida somente em 800 a.C., após ter desaparecido por ocasião das conquistas dos Dórios. O período seguinte da história grega (c. 800 – 336 a.C.), chamado período Helênico, apresentou um progresso intelectual e científico surpreendente (Eves, 1997).

A Grécia Helênica era um mosaico, formada por dezenas de cidades-estado. Não era uma planície cortada por rios grandes e lamacentos como o Egito e a Babilônia, ao contrário, era cortada por cadeias de montanhas íngremes e seu solo era ressequido. Duas importantes cidades conseguiram se sobressair, diante de tantas outras: A militarista Esparta e a comercial Atenas. Antes de 600 a.C., motivada pela escassez de alimentos, tanto Atenas como Esparta viram-se envolvidas numa guerra civil entre ricos e pobres. Em 594a.C., Sólon foi conduzido como arconte pela classe média Ateniense. Em 520 a.C., depois de um golpe, uma nova constituição entrou em vigor. Em 432 a.C. Atenas chegava ao auge de seu prestígio e poder. Em 336 a.C. após sucessivas guerras, Alexandre o Grande (356 – 323 a.C.) uniu toda a Grécia sob o império Macedônio. Apesar do estado de guerra permanente, escassez de alimentos, da super-população e da desunião política, o período Helênico Grego (c. 800 – 336 a.C.) ficou caracterizado por realizações intelectuais extraordinárias. Foi nesse período que se assistiu pela primeira vez o emprego do raciocínio dedutivo por Tales de Mileto (c.640 – 564 a.C.) e Pitágoras (c.596 – 500 a.C.) (Eves, 1997).

De acordo com Aaboe (1984), pela tradição Grega, foi Tales de Mileto (c. 640 a 564 a.C.) que no início do século sexto a.C. trouxe a matemática do Egito para a Grécia. Este, segundo ainda esta mesma tradição, foi quem principiou a dar à matemática a ênfase na posição central de demonstração. Segundo Heródoto, muitos dos feitos realizados por Tales são exagerados. Porém, o interesse Grego pela matemática começou na época de Tales, apesar de ter ficado claro quais foram suas realizações. No entanto, do que se sabe da matemática Egípcia e Babilônica, parece provável, que a origem é mesopotâmica e não Egípcia.

Sobre Pitágoras de Samos (c. 556 a.C. a 500 a.C.), sabe-se que era discípulo de Tales e que atingiu seu ápice produtivo em 530 a.C. tendo diversos seguidores; os pitagóricos. Desenvolveu seus trabalhos em ciências, particularmente na matemática, e na religião e seus preceitos religiosos eram recheados com ingredientes matemáticos ou místico-numéricos. Sua preferência na matemática era por aritmética e álgebra, com forte influência Babilônica (Aaboe, 1984).

Em Atenas, A *Ágora*, isto é, a praça pública, era o símbolo da democracia. Onde se decidiam os assuntos de toda a *pólis*. Mas para isso, os cidadãos precisavam falar bem. Essa condição exigia novos tipos de educadores, que seriam os *sofistas*, mestres na arte de falar bem, como Hípias, nascido no século V a.C., capaz de discutir qualquer assunto. A imagem dos sofistas como meros manipuladores das palavras foi produzida pela própria sociedade que requisitava os seus serviços, e ocultava o fato de que eles tinham suas próprias idéias que eram coerentes com as atividades com as quais ganhavam o seu sustento. Na história do pensamento raros pensadores devem ter sido tão odiados como os *sofistas*. Filósofos como Sócrates (469 – 399 a.C.) e Platão (c. 428 – 347 a.C.) foram severos críticos dos sofistas. Tão fortes foram as condenações que os *sofistas* não são tidos como filósofos e, hoje, a palavra “*sofista*” virou sinônimo de “demagogo”, e “*sofisma*”, de falso argumento.

2.4.1. A GEOMETRIA GREGA

Segundo Boyer (1974), as mais antigas referências Gregas a história da matemática, que não sobreviveram, e portanto, imprecisas, atribuem a Tales de Mileto (c. 624 a 548 a.C.) e Pitágoras de Samos (c. 580 a 500 a.C.) um bom número de descobertas matemáticas definidas. Tendo viajado aos antigos centros do conhecimento, adquiriram informação de primeira mão sobre astronomia e matemática. No Egito, diz-se que aprenderam geometria; na Babilônia, Tales provavelmente entrou em contato com tabelas e instrumentos astronômicos. A proposição, agora conhecida como teorema de Tales, em que: um ângulo inscrito em um semi-círculo é um ângulo reto; pode ter sido aprendido por ele em uma de suas viagens a Babilônia. Mais ainda, é atribuído a Tales uma espécie de demonstração para este teorema. Esse feito, lhe rendeu o rótulo de o primeiro matemático verdadeiro, originador da organização dedutiva da geometria.

Já Pitágoras, segundo Milies e Bussab (1999), após ter se fixado na colônia Grega de Cretona, na Magna Grécia (sul da Itália), fundou uma escola dedicada a estudos religiosos, científicos e filosóficos. À Pitágoras são atribuídas várias descobertas sobre as propriedades dos números inteiros; a construção de figuras e a demonstração do teorema que leva seu nome (cujo enunciado já era conhecido pelos Babilônios).

O grande período da matemática (geometria) Grega foi o período helenístico, porém, ela atingiu seu ápice de descobertas num espaço de cem anos, considerado muito curto. Neste período viveram três grandes matemáticos: Euclides em torno de 300 a.C., Arquimedes (c. 287 a 212 a.C.) e Apolônio em torno de 200 a.C.. Nenhum desses três matemáticos viveram na Grécia continental. Euclides e Apolônio trabalharam em Alexandria, enquanto que Arquimedes viveu na colônia Grega de Siracusa, na Sicília e foi morto em 212 a.C. durante o saque desta cidade pelos Romanos (Aaboe, 1984).

Para Milies e Bussab (1999), na concepção dos primeiros pitagóricos a extensão era descontínua, constituída por unidades indivisíveis separadas por um intervalo. Esta idéia, estava associada aos números naturais que, aplicados aos objetos geométricos, exigia que todas as medidas pudessem ser escritas na forma da razão de inteiros, isto é, pudessem ser mensuradas, tendo por base um segmento fixado como unitário, o que nem sempre acontecia. Em outras palavras, existiam magnitudes cujas medidas não correspondiam a nenhum número racional e a estas magnitudes deu-se o nome de números irracionais. Platão (c. 427 a 347 a.C.), no diálogo Timeu, conta que Teodoro de Cirene (discípulo de Pitágoras e mestre de Platão) provou a irracionalidade de $\sqrt{2}$, $\sqrt{3}$, $\sqrt{5}$,até $\sqrt{17}$. Esta descoberta foi recebida com grande consternação pelos pitagóricos, pois em certo sentido contrariava as crenças da escola e seria uma imperfeição da divindade. Conta a lenda, repetida até por Euclides, que os deuses, irados com este achado dos homens, fizeram com que aqueles que tornaram públicos este fato morressem afogados num naufrágio. Pitágoras e os Pitagóricos conheciam ainda a construção do pentágono regular. Estas e outras descobertas não foram possíveis de distinguir se eram atribuídas a Pitágoras ou a seus discípulos, pois estes, devido a tradição, atribuíam suas descobertas ao mestre. Além da geometria, os Pitagóricos fizeram contribuições importantes à teoria dos números, a astronomia, à educação e à filosofia.

Outras descobertas atribuídas aos Pitagóricos, ainda segundo Milies e Bussab (1999), foram: a) a proposição, que diz ser a soma dos ângulos internos de um triângulo igual a dois ângulos retos; b) o teorema, que ficou conhecido como o de Pitágoras: num triângulo retângulo, o quadrado da hipotenusa é igual a soma dos quadrados dos catetos (este teorema, cuja descoberta foi atribuída a Pitágoras, já era conhecido há mil anos antes pelos Babilônios); c) os números racionais ou números da forma p/q , onde p e q são números inteiros, que servem para aproximar a medida de qualquer magnitude, fixada uma certa unidade; d) os sólidos regulares, cujas faces são polígonos regulares e ângulos poliedros todos iguais. Esses sólidos, que são em número de cinco (tetraedro, hexaedro, octaedro,

dodecaedro e icosaedro), recebem o nome especial de sólidos de Platão, porque foi Platão quem primeiro mostrou como construir modelos de cada um deles. Porém, Euclides, em *Os elementos*, afirma textualmente: “trataremos dos chamados sólidos platônicos, incorretamente nomeados, pois três deles, o tetraedro, o cubo e o dodecaedro, são devidos aos pitagóricos, enquanto o octaedro e o icosaedro são devidos a Teeteto”.

Dentre as descobertas realizadas pelos pitagóricos, cabe ainda ressaltar, a importante descoberta da *média e extrema razão (divisão áurea)*. Ela consiste em, dado um segmento de reta AB, encontrar um ponto X em AB tal que a seguinte relação de comprimento seja respeitada:

$$\frac{AX}{AB} = \frac{XB}{AX}$$

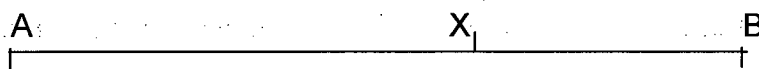


Figura 2 - Divisão de um segmento em média e extrema razão

Durante os séculos V e IV a.C., período que medeia de Pitágoras a Platão, a geometria se volta para a construção de problemas, utilizando apenas a régua e o compasso, ideais (entende-se aqui como régua e compasso, ideais, aqueles utilizados nas construções geométricas, e que seguem determinadas regras), conhecidos certos elementos. A grande maioria dos problemas gráficos foram resolvidos utilizando-se esses dois instrumentos, porém, três deles tornaram-se célebres, ocasionando o maior desafio para os geômetras Gregos e matemáticos das gerações posteriores. Os três problemas, que ficaram conhecidos como os

problemas clássicos, foram: a duplicação do cubo, a trissecção de um ângulo e a quadratura do círculo. Esses problemas desafiaram a inteligência de matemáticos de muitas épocas e, na tentativa de resolvê-los, diversas descobertas geométricas foram surgindo. Entretanto, somente no século XIX, ficou definitivamente comprovado a impossibilidade da construção geométrica dos problemas clássicos, utilizando-se somente régua e compasso (Milies e Bussab, 1999).

Segundo Barker (1976), a importância que os Gregos davam a geometria, não era só por sua aplicação prática, mas em virtude de seu interesse teórico. Eles desejavam compreender a matéria por ela mesma, e não somente sua utilidade. O empirismo puro dava lugar a demonstrações dedutivas. Vários princípios geométricos foram descobertos pelos Gregos. Filósofos como: Pitágoras e Platão, davam enorme importância intelectual à geometria e que, em sua forma pura e abstrata ela se aproximava muito da metafísica e da religião.

Com os pitagóricos, a matemática libertou-se da condição de mera técnica que atendia, como entre os Egípcios, as necessidades práticas da agrimensura, para constituir-se em uma ciência pura, ainda que revestida de uma religiosidade. Para os pitagóricos o mundo era números, e para mostrá-los, eles reduziam tudo que existia a figuras geométricas simples: O ponto é o número um, a linha é o número dois, a superfície é três, e o volume quatro. O mundo se traduz nesses números e em seus múltiplos e, por isso, os pitagóricos consideravam sua soma, o número dez ($1 + 2 + 3 + 4 = 10$), como um número sagrado. Se o mundo é número, cabe então desenvolver as "características" de cada número e as relações que existem entre eles. Os pitagóricos tinham o hábito de representar os números por pontos. Por isso se interessavam pelo aspecto geométrico das configurações. Dentre os vários "tipos" de números destacam-se as sequências dos números: "pares (2,4,6,.....), os ímpares (1,3,5,.....), triangulares (1,3,6,.....) quadrados (1,4,9,.....), cúbicos (1,8,27,.....) e piramidais (1,4,10,.....)"(Gorri, 1987,p 27).

Mas o grande marco da história da geometria ocorreu há 300 anos antes de cristo, quando Euclides (c. 315 a.C. – c. 255 a.C.) escreveu *Os Elementos*, uma verdadeira obra prima da geometria, divididas em treze livros, com 461 proposições. *Os Elementos* de Euclides reuniram e sistematizaram as principais descobertas geométricas de seus precursores. Essa obra, exerceu grande influência no pensamento ocidental. Nos tempos antigos, na idade média, no período moderno, até o século XIX, os *Elementos* de Euclides foram, não só o livro texto da geometria, mas um parâmetro do pensamento científico (Barker, 1976).

De acordo com Aaboe (1984), todo o conhecimento matemático acumulado escrito anterior a Euclides tornou-se assunto de simples interesse histórico, e por isso não foram preservados, dado a supremacia dos *Elementos* de Euclides. Porém, é inegável deixar aqui registrado a importância de Apolônio para a geometria, com o seu tratado sobre as seções cônicas. Esse trabalho brilhante, por sua vez, tornou obsoleto os estudos realizado por Euclides sobre esse importante tópico da geometria.

2.4.2 OS ELEMENTOS DE EUCLIDES

Segundo Eves (1997), a desunião política entre os estados gregos tornaram-lhes presa fácil do então forte reino da Macedônia, situada ao norte. Assim, o rei Felipe da Macedônia foi estendendo seu poder para o sul. Em 338 a.C., os Gregos perderam Atenas e a Grécia tornou-se parte do império macedônio. Dois anos mais tarde Felipe é sucedido por seu filho, o ambicioso Alexandre, o Grande, que inicia uma carreira de conquistas. Na trilha de suas tropas vitoriosas, funda Alexandria no Egito em 332 a.C.. Num espaço de tempo incrivelmente curto, devido sua localização privilegiada, Alexandria enriquece e se torna o centro mais suntuoso e cosmopolita do mundo, tanto que, por volta de 300 a.C., já tinha 500.000 habitantes. Com a morte de Alexandre em 323 a.C., o império macedônio se dividiu entre líderes militares, resultando no surgimento de três

novos impérios. O Egito coube a Ptolomeu, que escolheu Alexandria como sua capital, iniciando a construção da famosa Universidade de Alexandria. Bem provida de recursos, o suporte da instituição era a biblioteca, que dentro de um período de 40 anos ostentava mais de 600.000 rolos de papiro. Para montar uma equipe de alto nível na Universidade, Ptolomeu convidou, dentre vários ilustres, Euclides, que viria a chefiar o departamento de matemática.

Após a morte de Alexandre, Ptolomeu Sóter (c. 367 – 283 a.C.), que já governava o Egito, tornou-se rei desse sub-império, e fez de sua capital, Alexandria, o centro científico do mundo. A ele se deve a fundação do museu (templo das musas) e da sua biblioteca, que formavam uma espécie de Universidade, a primeira do mundo. Nas dependências do Museu encontravam-se, salas de aula, laboratórios, instrumentos astronômicos, jardins botânicos, zoológicos e salas de dissecação. Para a Biblioteca, chegavam obras enviadas de todas as partes do mundo. Uma intensa atividade ali se desenvolveu durante cerca de duzentos anos, de 300 a 100 a.C. aproximadamente (Gorri, 1987).

O grande matemático do museu foi Euclides (século III a. C.), que possivelmente havia frequentado a Academia de Platão. Embora Euclides tivesse escrito diversos trabalhos, nenhum deles alcançou tanta fama quanto *Os Elementos*. Tão logo este trabalho surgiu, ganhou o mais alto respeito e, dos sucessores de Euclides até os tempos modernos, a mera citação do número de um livro e o de uma proposição de sua obra-prima era suficiente para identificar um teorema ou construção particular. Contrariamente a impressão muito difundida, *Os Elementos* de Euclides não tratam apenas de geometria, eles contém, também, um volume considerável de teoria sobre números e álgebra elementar (geométrica) (Eves 1997).

O termo “elementos”, segundo Proclo (c. 410 – 485 d.C.), *apud* (Eves, 1997), filósofo e comentarista, era uma definição dada pelos Gregos de um estudo dedutivo, como os teoremas mestres, ou teoremas chaves, de uso geral e amplo no assunto. Em sua metafísica, Aristóteles, fala de elementos no mesmo sentido

quando diz: “Dentre as proposições geométricas chamaremos de “elementos” aquelas cujas demonstrações estão contidas nas demonstrações de todas ou quase todas essas proposições”. Sob a luz desse ponto de vista, dentre outros, é que *Os Elementos* de Euclides se destacam superando todos os estudos feitos anteriormente.

A seguir, far-se-á um breve relato dos treze volumes de *Os Elementos*:

- Livro I – A fim de se estabelecer uma afirmação num sistema dedutivo, deve-se mostrar que essa afirmação é uma consequência lógica necessária de algumas afirmações previamente estabelecidas. Como uma cadeia de afirmações não podem recuar indefinidamente, faz-se necessário introduzir uma base de afirmações não demonstradas para evitar círculos viciosos. Essa base de afirmações inicialmente assumidas, se denominam *postulados* ou *axiomas* e a partir deles conclui-se as demais afirmações. Há razoáveis evidências de que Euclides assumiu a posição de que um *axioma* é uma suposição comum a todas as ciências, ao passo que um *postulado* é uma suposição peculiar a uma ciência em estudo. Com base no exposto acima, se concluiu, através de fontes históricas deixadas pelos historiadores, que Euclides assumiu dez afirmações, que formaram toda a base para escrever as 461 proposições que constam em *Os Elementos*. Das dez afirmações, que constam do Livro I, cinco são *axiomas* ou *noções comuns* e cinco são *postulados* geométricos. Cabe ressaltar ainda que, especificamente, o 5º postulado (o que trata das paralelas), foi o que maior preocupação causou aos matemáticos, desde a antiguidade até meados do século passado, sendo o motivo do surgimento de outras geometrias, ditas não euclidianas. Além das dez afirmações, o Livro I ainda contém 48 proposições divididas em três grupos tendo o primeiro 26 proposições que abordam, principalmente, as propriedades do triângulo e incluem os três teoremas de congruência. A outra parte apresenta 6 proposições que estabelecem a teoria das paralelas e provam que a soma dos ângulos de um triângulo é igual a dois retos. As

desenvolvido a teoria das proporções e a noção de magnitude, para os segmentos incomensuráveis. Isso permitia trabalhar com a diagonal do quadrado cujo comprimento é $\sqrt{2}$ vezes o lado. Mas como tratar com a $\sqrt{2}$ que aparecia, por exemplo, ao resolver uma equação do 2º grau? Os Gregos clássicos solucionaram o problema dando as equações, e, de um modo geral, à álgebra, interpretações geométricas. Para esse fim, números são substituídos por comprimento de segmento, e o produto de dois números são vistos como áreas e os produtos de três números como volume (Milies e Bussab, 1999).

- Livro III – Apresenta 37 proposições, iniciando com definições relativas à geometria do círculo, prosseguindo com demonstrações de propriedades das cordas, tangentes, secantes, ângulos centrais e ângulos inscritos. Como quase nada desse material foi citado pelos pitagóricos, é bem provável que tenha sido desenvolvido pelos sofistas, relacionado às tentativas de resolução dos três problemas clássicos (Milies e Bussab, 1999).
- Livro IV – Tem apenas dezesseis proposições onde se discute a construção de polígonos regulares de três, quatro, cinco, seis e quinze lados, bem como a inscrição e a circunscrição desses polígonos num círculo dado (Milies e Bussab, 1999).
- Livro V – Dedicar-se, na sua totalidade, à teoria das proporções de Eudoxo. Através dessas teorias, que eram aplicáveis tanto a grandezas comensuráveis como a grandezas incomensuráveis, é que se resolveu o impasse, decorrente da descoberta dos números irracionais pelos pitagóricos (Eves, 1997).
- Livro VI – Trata de aplicar à geometria plana, a teoria das proporções de Eudoxo. Teoremas fundamentais da semelhança; construções de terceiras, quartas e médias proporcionais, a resolução geométrica de equações quadráticas; a proposição que assegura que a bissetriz de um ângulo do

triângulo divide o lado oposto em segmentos proporcionais aos outros dois lados; e uma generalização do teorema de Pitágoras. É bem provável que nesse livro, todos os teoremas fossem de conhecimento dos pitagóricos antigos, mas as demonstrações pré-eudoxianas de muitos deles eram falhas, posto que baseavam-se numa teoria incompleta das proporções (Eves, 1997).

- Livro VII – Os livros VII, VIII e IX abordam o que hoje chamar-se-ia de teoria dos números, isto é, dos números inteiros e das razões entre números inteiros. O livro VII inicia com o processo, hoje conhecido como algoritmo euclidiano, para determinar o máximo divisor comum de dois ou mais números inteiros e o usa para verificar se dois inteiros são primos entre si. Muitas proposições numéricas são encontradas, ainda, nesse livro (Eves, 1997).
- Livro VIII – Aborda amplamente as proporções contínuas e progressões geométricas relacionadas (Eves, 1997).
- Livro IX – Encontra-se nesse livro, muitos teoremas significativos. Teoremas sobre quadrados e cubos de números e sobre números compostos são alguns deles, assim como a famosa proposição que trata da teoria dos números. O teorema fundamental da aritmética e a clássica proposição “o conjunto dos números primos é infinito”, é considerada universalmente pelos matemáticos como um modelo de elegância matemática. Ela emprega o método indireto, ou “reductio ad absurdum”. (Eves, 1997).
- Livro X – É voltado para o estudo dos irracionais, isto é, segmentos de reta incomensuráveis com um segmento de reta dado. A primeira proposição é fundamental, dado que constitui a base para o método da exaustão que será aplicada no livro XII: “Se de uma magnitude dada se subtrai uma parte maior que a metade e este processo continua se repetindo, então a magnitude que resta poderá se fazer menor que qualquer magnitude dada” (Eves, 1997).

- Livro XI – Embora contenha alguns teoremas da geometria plana o livro XI, XII e XIII, em sua grande maioria, abordam aspectos referentes a geometria espacial. As definições, os teoremas sobre retas e planos no espaço e os teoremas sobre paralelepípedo se encontram nesse volume (Eves, 1997).
- Livro XII – A abordagem principal do livro XII está voltada para áreas de figuras limitadas por curvas e de áreas e volumes de sólidos limitados por superfícies não planas. Ele também traz uma extensa aplicação do método de exaustão, que foi desenvolvido por Eudoxo (Milies e Bussab, 1999).
- Livro XIII – Esse livro expõe propriedades de polígonos regulares e o problema de inscrever os cinco sólidos regulares (os sólidos platônicos) numa esfera. Apresenta, ainda, uma demonstração rigorosa da não existência de outros sólidos regulares a não ser os cinco poliedros de Platão (Milies e Bussab, 1999).

2.4.2.1 OUTROS TRABALHOS DE EUCLIDES

Além de *Os Elementos*, vários outros tratados foram escritos por Euclides. Obras como *Os Dados*, cujo conteúdo se refere aos seis primeiros livros dos elementos, a *Divisão de Figuras*, que aborda a construção de partição de áreas por meio de uma reta onde essas áreas estejam numa razão dada, são algumas delas. Porém, outros trabalhos atribuídos a Euclides e que ficaram perdidos no tempo sendo conhecidos apenas por comentários foram: *Pseudária ou Livro das Falácias Geométricas*, o tratado sobre as *Cônicas* que continha quatro volumes dos quais Apolonio, mais tarde, ampliou e completou, além de *Lugares de Superfícies* que é desconhecido. Outros trabalhos de Euclides ainda existentes são: *Os Fenômenos*, cujo conteúdo enfatiza a geometria esférica necessária para a astronomia de observação e a *Óptica* que versava sobre perspectiva (Eves, 1997).

2.5 OS SUCESSORES DE EUCLIDES

▪ Arquimedes (c.285 – 212a.C.) - Natural da cidade Grega de Siracusa e um dos maiores matemáticos de todos os tempos. Muitas histórias pitorescas estão associadas a Arquimedes, como aquela que ocorreu na ocasião em que descobriu a 1ª lei da hidrostática. Contam os historiadores que Arquimedes estava tomando um banho público, quando de repente lhe ocorreu a idéia, ele então saiu correndo nu pelas ruas gritando, "Eureka, eureka!" ("Achei, achei!"). Outras descobertas realizadas por Arquimedes foram: engenhos, catapultas móveis, guindastes enormes, grandes espelhos ustórios e outras (Eves, 1997).

Segundo Eves (1997), cerca de dez trabalhos de Arquimedes se preservaram até nossos dias e há vestígios de outros extraviados. Três deles são dedicados a geometria plana. São eles, *A Medida de um círculo* (onde apresenta o método clássico para o cálculo de π), *A Quadratura da parábola* (constituída de 24 proposições) e *Sobre as Espirais* (com 28 proposições, enfatiza as propriedades da curva hoje conhecida como espiral de Arquimedes). Há trabalhos, ainda, que versam sobre geometria espacial como: *Sobre a Esfera e o Cilindro* e *Sobre os Cones e os Esferóides*. Arquimedes também escreveu sobre matemática aplicada: *Sobre o Equilíbrio das Figuras Planas* e *Sobre os Corpos Flutuantes*.

▪ Eratóstenes (c.230 a.C.) - Natural de Cirene, na costa sul do mar Mediterrâneo. Foi convidado por Ptolomeu III do Egito para ser tutor de seu filho e, também, para ocupar o cargo de bibliotecário-chefe da Universidade local. Sobressaiu-se como matemático, astrônomo, geógrafo (foi considerado o criador dessa ciência), historiador, filósofo, poeta e atleta. Dentre os trabalhos de Eratóstenes podemos citar a resolução mecânica do problema da duplicação e o seu trabalho mais importante foi a medida da circunferência da terra. Na aritmética seu feito mais brilhante foi a criação de um dispositivo conhecido como *crivo*, utilizado para determinar todos os números primos menores que um número dado.

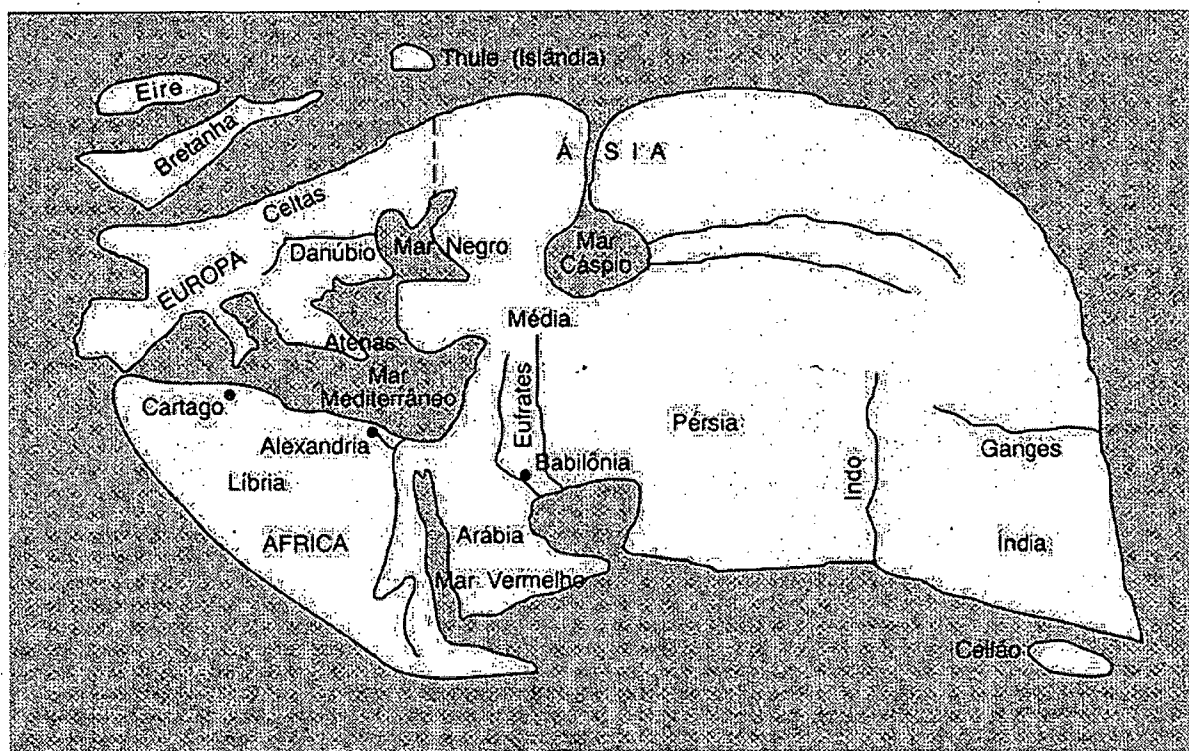


Figura 4 – Mapa do Mundo de Eratóstenes
 Fonte: Eves (1997, p.198).

▪ Apolônio de Perga (c. 262 – 190 a.C.) – Nasceu em Perga, no sul da Ásia Menor, atual Turquia. Estudou em Alexandria com Euclides e frequentou a biblioteca de Pérgamo, talvez como professor visitante. A maior parte das obras de Apolônio estão perdidas e sabe-se de algum conteúdo devido as descrições feitas por comentaristas da antiguidade. Apesar de ter sido um astrônomo e de ter escrito diversos assuntos de matemática, notabilizou-se, principalmente, pela sua grande obra que foi um tratado sobre *Seções Cônicas*, a qual continha 400 proposições distribuídas em oito volumes, superando trabalhos anteriores como os de Menoecmo, Aristeu e Euclides (Milies e bussab, 1999).

As cônicas (isto é, o círculo, a elipse, a parábola e a hipérbole) eram obtidas, até a época de apolônio, através de três tipos de cones de revolução, conforme o ângulo no vértice da seção meridiana fosse menor que, igual a ou maior que um

ângulo reto. Seccionando-se cada um desses tipos de cone com um plano perpendicular a uma geratriz resultava nas curvas cônicas. Apolônio foi o primeiro a mostrar que todas as cônicas podiam ser obtidas a partir de um único cone, apenas variando a posição relativa do plano seccionador (Figura 5). A nomenclatura utilizada “parábola”, “elipse” e “hipérbole”, Apolônio foi buscar na terminologia que os pitagóricos utilizavam para um contexto totalmente diferente (Milies e Bussab, 1999).

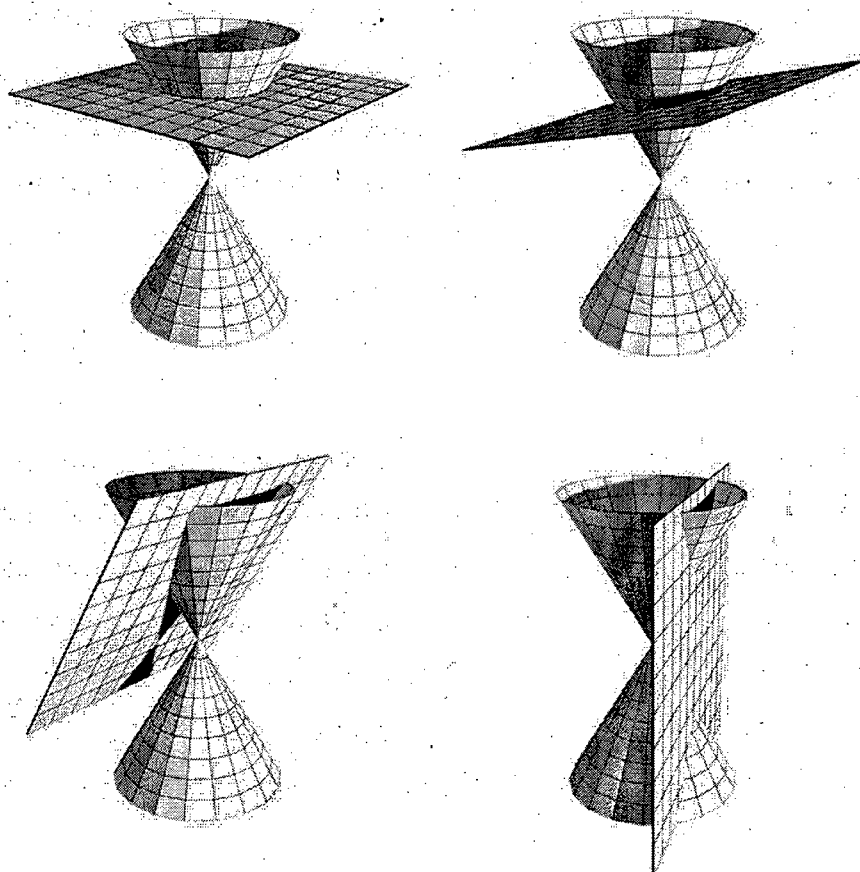


Figura 5 -Cônicas obtidas a partir de seções de cones circulares retos
Fonte: Milies e Bussab, 1999, p.72

▪ Herão de Alexandria (c. 100 a.C.) – Era supostamente um Egípcio com Formação Grega. Seus trabalhos sobre matemática e física são numerosos e variados, com fortes tendências para as aplicações práticas, tanto que se empenhou em fornecer uma fundamentação científica para a engenharia e a agrimensura. Os trabalhos de Herão estão divididos em duas classes: a dos

geométricos e a dos mecânicos. Os geométricos ocupam-se amplamente de problemas de mensuração e os de mecânica descrevem aparelhos mecânicos engenhosos. Dos trabalhos geométricos, o mais importante é *A Métrica*, escrito em três volumes. O Livro I ocupa-se da medida da área de quadrados, retângulos, triângulos, trapézios, vários outros quadriláteros particulares, polígonos regulares desde triângulo equilátero até o dodecágono regular, círculo e seus segmentos, elipses, segmentos parabólicos e da superfície de cilindros, cones, esferas e zona esférica. A brilhante dedução da famosa fórmula da área de um triângulo em função dos três lados, também consta do livro I. O Livro II trata da mensuração de volumes de cones, cilindros, paralelepípedos, prismas, pirâmides, troncos de cones e de pirâmides, esferas, segmentos esféricos, toros, os cinco sólidos regulares e alguns prismatóides. O Livro III aborda o problema da divisão de certas áreas e volumes em partes que estão entre si numa razão dada (Eves, 1997).

- Ptolomeu (c.100 – 168 d.C.) - Segundo Milies e Bussab (1999), sabe-se que Ptolomeu esteve em Alexandria entre 127 e 151 d.C. e que sua obra é uma das mais importantes entre os alexandrinos posteriores. Sua reputação de astrônomo, mascarou outras atividades que exerceu com brilhantismo na sua época. Escreveu *Geografia* em oito volumes e também *Ótica*. Porém, a obra que marcou Ptolomeu para a posteridade foram os treze livros sobre astronomia, geometria e trigonometria, intitulada *Síntese Maior (Almagesto em árabe)*.

- Pappus (c. 300 d.C.) - Aproximadamente no final do século III d.C., e cerca de 500 anos depois de Apolônio, surgiu Pappus de Alexandria, grande matemático que viria prolongar a tradição geométrica Grega, após a era de Euclides, Arquimedes e Apolônio. Pappus escreveu comentários sobre *Os Elementos* e *Os Dados*, de Euclides, e sobre o *Almagesto* e *Planisfério* de Ptolomeu, sendo que esse conhecimento nos foi deixado pelos comentadores que se seguiram. O grande trabalho de Pappus foi sua *Coleção Matemática*, com oito livros, dos quais foram perdidos o primeiro e parte do segundo. O Livro II contém um método

desenvolvido por Apolônio para escrever números grandes e operar com eles. O Livro III apresenta quatro partes: as duas primeiras abordam a teoria das médias; a terceira trata das desigualdades num triângulo e a quarta, o da inscrição dos cinco poliedros regulares numa esfera dada. O Livro IV trata de uma expansão do teorema de Pitágoras, propriedades da espiral de Arquimedes, da conchóide de Nicomedes e da Quadratriz de Dinostrato, com aplicação aos três problemas famosos e uma discussão sobre uma espiral traçada sobre a superfície de uma esfera. O Livro V, enfoca a discussão da isoperimetria, ou comparação de áreas de figuras que são limitadas por perímetros iguais e de volumes de sólidos que são limitados por áreas iguais. O Livro VI, trata de astronomia, e envolve-se com tratados que deveriam ser estudados como introdução ao *Almagesto* de Ptolomeu. O Livro VII apresenta um valor histórico muito considerável, haja vista que descreve os trabalhos de *O Tesouro da Análise*, uma coleção, que pretendia, assim como *Os Elementos* de Euclides, informar o material que se considerava essencial como bagagem do matemático profissional. O Livro VIII, contém muito material que provavelmente se originou com Pappus. Nele se encontra a solução do problema da construção de uma cônica por cinco pontos dados.

2.6 OS COMENTADORES

De acordo com Millies e Bussab (1999), a partir do momento em que o cristianismo começou a predominar em todo o mundo romano, do qual o Egito fazia parte, a ciência Alexandrina decaía visivelmente. Essa queda no desempenho da ciência Alexandrina foi motivada, segundo os autores, por uma certa inversão de valores, ou seja, ocorreu um deslocamento dos interesses intelectuais da filosofia natural para a teologia. A memória da geometria Grega, então, passa a se perpetuar através do trabalho de escritores menores e comentadores.

Segundo Eves (1997), faziam parte da equipe de comentadores: Têon de Alexandria, Hipátia, Proclo, Simplício e Eutócio. Têon viveu no agitado período final do século IV d.C. e seu maior mérito foi comentar, em onze livros, o

Almagesto de Ptolomeu e que seus comentários sobre *Os Elementos* de Euclides, serviram de base para edições modernas desse livro. Já Hipátia, filha de Têon e primeira mulher a se dedicar à matemática, destacou-se em medicina, filosofia e escreveu comentários sobre a *Aritmética* de Diofanto e as *Seções Cônicas* de Apolônio. Proclo foi um filósofo e matemático que estudou em Alexandria, tornou-se líder da escola ateniense e morreu em Atenas no ano de 485 d.C.. *Comentário sobre o Livro I de Euclides*, foi, dentre outros trabalhos, o principal comentário de Proclo. Essa obra foi uma das principais fontes de informação sobre a história dos primeiros tempos da geometria elementar a que os historiadores da matemática muito devem. Simplicio viveu na primeira metade do século VI, estudou em Alexandria e Atenas, comentou Aristóteles e nos deixou descrições da tentativa de Antífon de quadrar o círculo, das lunas de Hipócrates e de um sistema de esferas concêntricas inventado por Eudoxo para explicar os movimentos aparentes dos membros do sistema solar. Eutócio, que muito provavelmente era contemporâneo de Simplicio, escreveu comentários sobre *A Medida de um Círculo*, *Sobre a Esfera e o Cilindro* e *Sobre o Equilíbrio de Figuras Planas* de Arquimedes e sobre as *Seções Cônicas* de Apolônio.

2.7 O DECLÍNIO DA MATEMÁTICA

As pressões exercidas pelos povos germanos e as crises econômicas, sociais e políticas, foram uma das causas da decadência do Império Romano. Em 313 d.C., com o édito de Milão, o cristianismo foi reconhecido como religião oficial pelo imperador Constantino. Em 394 d.C., Teodósio dividiu o Império Romano em duas partes: o Ocidente com capital em Roma, que resistiu mais 80 anos, e o Oriente, com capital em constantinopla, que resistiu até 1453. Por volta de 392 d.C., o cristianismo, que foi perseguido rigidamente, passou a combater o que considerava ser cultura pagã, incluindo a matemática, a física e a astronomia. A escola de Alexandria foi gradualmente se debilitando. O pensamento criativo cedeu lugar a compilações e comentários (Milies e Bussab, 1999).

Por outro lado, na academia ateniense, a oposição dos cristãos crescia até que em 529 d.C., através de um decreto do Imperador Justiniano, a Academia foi forçada a fechar suas portas para sempre. Simplicio e alguns outros filósofos e cientistas fugiram para a Pérsia. Chegando lá, foram bem recepcionados pelo rei Cosroês I, a ponto de criarem uma Academia Ateniense da Pérsia. Estavam lançadas as sementes da ciência Grega em solo mulçumano, onde encontrariam o apoio para vigorar por vários séculos (Eves, 1997).

O destino da escola de Alexandria, na dependência dos cristãos, teve melhor sorte do que o da escola ateniense, tanto que continuou a existir, ao menos parcialmente, até 641 d.C. quando o Egito é tomado pelos Árabes, e essa queda foi fundamental para o desaparecimento da ciência Grega. Quando Amir Ibn Al-As, um general comandado por Omar, o Conquistador, solicitou permissão para ceder os manuscritos da Biblioteca de Alexandria, o califa então lhe respondeu: "ou estes livros gregos contém o que está no alcorão e não precisamos lê-los, ou contradizem os ensinamentos do profeta e, neste caso, não devemos lê-los". O triste fim da mais importante biblioteca do mundo antigo estava decretado e, por longos seis meses, os fornos dos banhos públicos de Alexandria foram alimentados com o acervo da Biblioteca. A longa e gloriosa história da matemática grega chegava ao fim. Os continuadores históricos da Geometria grega foram Persas, Hindus e, mais tarde, os Árabes.

CAPÍTULO III

A INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO

3.1 INTRODUÇÃO

Segundo Almeida e Valente (1997), a introdução de computadores nas escolas não atingiu as expectativas em países como Estados Unidos e França, isto porque os projetos ambiciosos, em grande escala, não alcançaram os objetivos programados mesmo quando deixados ao sabor do livre mercado como nos Estados Unidos ou quando são bem planejados em termos de público alvo, equipamentos, materiais, *software*, meio de distribuição, instalação e manutenção como na França.

No Brasil, o êxito não é maior por uma série de razões, desde a falta de equipamentos nas escolas e, portanto, a falta de um maior empenho na introdução da informática na educação até um processo de formação de professores frágil e lento. Neste processo, o da formação dos professores, tem havido um desequilíbrio e um atropelo em função dos avanços tecnológicos fazendo com que o professor sinta-se eternamente no estado de “principiante” em relação ao uso do computador na educação (Almeida e Valente, 1997).

Para Tarja (2000), várias escolas têm se colocado contra a utilização da informática educativa. Preferem manter a utilização da informática como fim, sem interferências nos conteúdos disciplinares. Certa ou errada esta aplicação, o importante é que a escola defina claramente o seu objetivo quanto ao uso da informática no seu ambiente. A escola deve oferecer aos seus alunos a possibilidade do uso dessa ferramenta tão presente em nosso cotidiano, seja para fins de pesquisa, para produção de materiais dos projetos educacionais, para a profissionalização dos alunos ou para outras finalidades. O que não pode ocorrer é que essa nova tecnologia fique ausente do contexto histórico, sociocultural e

econômico vivenciado pelos educadores e educandos. Os educadores são peças-chaves desse sistema, onde suas participações são importantíssimas na avaliação das reais tendências da economia do futuro, e além do mais, devem estar aptos para participarem do processo de ensino-aprendizagem, que, de fato, prepara cidadãos conscientes de seus direitos e deveres numa sociedade globalizada.

Por outro lado, de acordo com Almeida e Valente (1997), o Programa Brasileiro de Informática em Educação é bastante ambicioso tendo o computador como recurso importante para auxiliar o processo de mudança pedagógica valorizando a criação de ambiente de aprendizagem que enfatize a construção do conhecimento e não a instrução, o que significa entender o computador como uma nova maneira de representar o conhecimento provocando um redimensionamento dos conceitos já conhecidos e possibilitando a busca e compreensão de novas idéias e valores.

3.2 TECNOLOGIA NA EDUCAÇÃO

Existem vários mitos que cercam o uso das tecnologias na área educacional, e muitas questões ainda estão sem respostas; mas, ao se verificar com exatidão a origem da palavra *técnica*, pode-se verificar que há muito tempo usam-se várias técnicas em favor do aprendizado.

Tanto a palavra *técnica* com o termo *tecnologia* são originárias do verbo grego *tíctein* que significa "criar, produzir, conceber, dar a luz". Para os gregos, esta palavra tinha um sentido amplo, não se restringindo apenas a equipamentos e instrumentos físicos, mas incluindo toda sua relação com o meio e seus efeitos e não deixando de questionar o "como" e o "porque". A técnica está relacionada a mudança na modalidade da produção. O produtor muda a forma de operar e o resultado dessa mudança afeta a comunidade beneficiada (Tajra, 2000).

Sancho (1998) aborda de forma um pouco diferente a origem da palavra tecnologia complementando o conceito de Tajra: o termo tecnologia tem sua origem na Grécia antiga e deriva das palavras *téchne* (arte, destreza) e *logos* (palavra, fala) e que significava o fio condutor que abria o discurso sobre o sentido e finalidade das artes. A distinção entre técnica e arte era pequena, quando o que hoje se denomina de técnica se encontrava pouco desenvolvida e que a *téchne* não era uma habilidade qualquer, mas aquela que seguia certas regras. Em geral, a *téchne* acarreta a aplicação de uma série de regras por meio das quais se chega a conseguir algo. Daí existir uma *téchne* na navegação (“arte de navegar”), uma *téchne* do governo (“arte de governar”), uma *técne* de ensino (“arte de ensinar”).

A palavra técnica teve seu uso com sentido restrito a partir da Revolução Industrial, na qual o importante passou a ser o “produto”, restringindo, dessa forma, a técnica a meros instrumentos. Atualmente, o termo “tecnologia” passou a melhor incorporar o sentido amplo do verbo *tichtein*, mas ainda sofre os impactos instrumentais (Tajra, 2000).

O termo tecnologia, segundo o autor, vai muito além de meros equipamentos. Ela permeia em toda a vida, inclusive em questões não tangíveis. Para a referida autora, as tecnologias podem estar divididas em três grupos:

- *Tecnologias físicas* – são as inovações de instrumentais físicos, tais como: caneta esferográfica, livro, telefone, aparelho celular, satélites, computadores. Estão relacionados com a Física, Química, Biologia.
- *Tecnologias organizadoras* – são as formas de como nos relacionamos com o mundo; como os diversos sistemas produtivos estão organizados. As modernas técnicas de gestão pela Qualidade Total são um exemplo de tecnologia organizadora. Os métodos de ensino, seja tradicional, construtivista, montessoriano, são tecnologias de organização das relações de aprendizagem.

- *Tecnologias simbólicas* – estão relacionadas com a forma de comunicação entre as pessoas, desde a iniciação dos idiomas escritos e falados a forma como as pessoas se comunicam. São os símbolos de comunicação.

Estas tecnologias (figura 6) estão intimamente interligadas e são interdependentes. Ao escolhermos uma tecnologia, estamos intrinsecamente optando por um tipo de cultura, a qual está relacionada com o momento social, político e econômico. Segundo Mecklenburger(1990, *apud* Tajra, 2000, p.106-107)

“A escola é uma tecnologia da educação, no mesmo sentido em que os carros são uma tecnologia do transporte. Com a escolaridade maciça, as sala de aula são invenções tecnológicas criadas com a finalidade de realizarem uma tarefa educacional. São um meio de organizar uma grande quantidade de pessoas para que possam aprender determinadas coisas”.

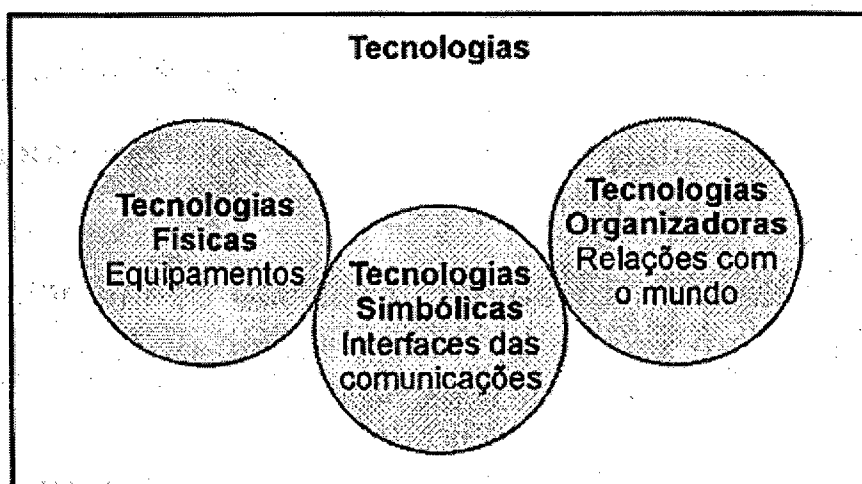


Figura 6 – Tecnologias intimamente interligadas e independentes.
Fonte: Tajra (2000, p.32)

O termo tecnologia educacional não significa necessariamente que está-se referindo somente a uma tecnologia do futuro, mas sim aos antigos instrumentos

utilizados no processo de ensino aprendizagem como: giz, lousa, retroprojeto, vídeo, televisão, jornal impresso, aparelho de som, gravador de fitas cassete, rádio, livro e também o computador. Todos esses instrumentos são componentes da tecnologia educacional. O que ocorre, na realidade, é que muita ênfase é dada ao computador por serem os demais instrumentos limitados quanto uso. Assim, a programação de uma aula com o uso do rádio terá sempre de ser realizada no horário do programa da transmissora de rádio. Não há como parar um noticiário para efetuar questionamentos. O aluno é um receptor das mensagens transmitidas, não ocorrendo a interatividade com o rádio. O vídeo cassete possibilita a paralisação da apresentação, conforme o interesse do professor, mas também não ocorre a interatividade. O uso do giz, por ter uma produção lenta e cansativa, foi trocado pelo retroprojeto que tornou a aula mais atrativa, porém, sem a característica da interatividade. A televisão, uma tecnologia educacional também passiva, fica restrita a programação prevista pela emissora.

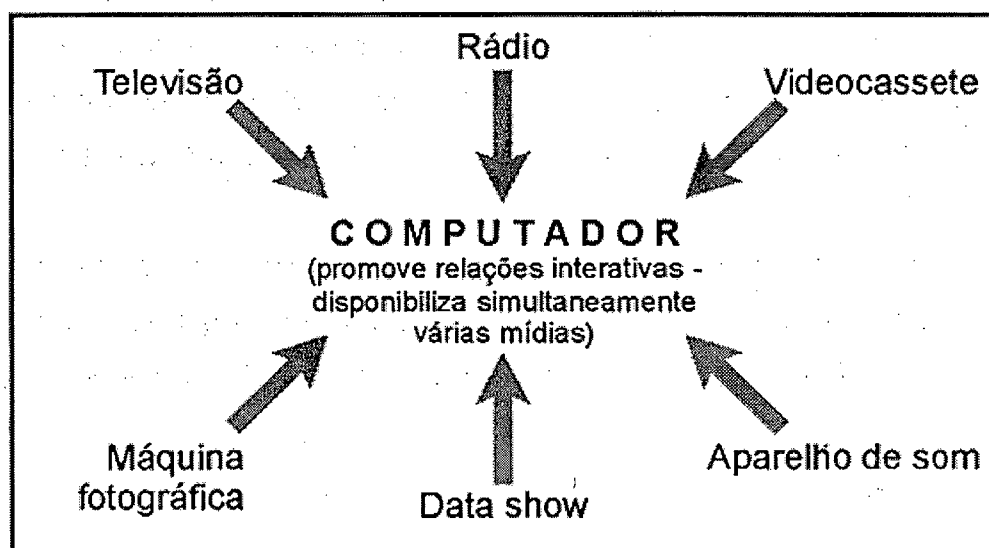


Figura 7 – Vantagens do computador em relação aos demais recursos tecnológicos e a interatividade - Fonte: Tajra (2000, p.33)

A grande vantagem do computador quando comparado aos demais instrumentos tecnológicos é a sua característica de interatividade. Dessa maneira o computador

se destaca por ser um instrumento utilizado para facilitar a aprendizagem individualizada, visto que ele só faz o que é ordenado. Além disso, vários dos recursos tecnológicos citados anteriormente (Figura 7) podem ser incorporados ao computador (Tajra, 2000).

3.2.1 HISTÓRICO DA TECNOLOGIA EDUCATIVA

O desenvolvimento da tecnologia educativa, como campo de estudo e como disciplina acadêmica, ocorreu nos Estados Unidos, a partir da década de 40. A primeira referência específica no campo formativo são os cursos projetados para especialistas militares apoiados em instrumentos audiovisuais, ministrados durante a segunda guerra mundial. Em meados da década de 40 surgiu pela primeira vez a tecnologia educativa como matéria no currículo dos estudos de Educação Audiovisual da Universidade de Indiana (Sancho, 1998).

Paralelamente, os trabalhos de B.F. Skinner baseados no condicionamento operante e aplicado ao ensino programado dão origem a uma segunda vertente de desenvolvimento. No Reino Unido, o ensino programado marca a arrancada da tecnologia educativa como campo de estudo (Ely, 1992 *apud* Sancho, 1998).

Foi durante os anos 50 que a psicologia da aprendizagem começou a ser incorporada como campo de estudo nos currículos de tecnologia educacional. As mudanças fundamentais produzidas durante estes anos na forma de novos paradigmas de aprendizagem terão grande influência no desenvolvimento da tecnologia educacional como disciplina dos currículos pedagógicos.

Por outro lado, a década de 60 tem no desenvolvimento dos meios de comunicação de massas um fator de extraordinária influência social. A “revolução eletrônica” apoiada inicialmente no rádio e na televisão propiciará uma profunda revisão dos modelos de comunicação usados. A sua capacidade de influência sobre milhões de pessoas irá gerar mudanças nos costumes sociais, na maneira

de fazer política, na economia, no *marketing*, na informação jornalística e também na educação.

No início dos anos 70, o desenvolvimento da informática consolidou a utilização dos computadores com finalidades educacionais, especificamente em aplicações como o *Ensino Assistido por Computador* (EAC). Com o aparecimento dos computadores pessoais, esta opção tornou-se generalizada e uma alternativa de enormes possibilidades, fundamentalmente sob a concepção de ensino individualizado. Nesta área, o projeto de programas sob concepções formativas é chave para concretizar tais possibilidades. No entanto, está-se diante de uma “primeira geração” de programas com um enfoque do apoio lógico-educativo baseado no modelo associacionista que recupera os conceitos do ensino programado e das máquinas de ensinar (De Pablos, 1992b, p.15 *apud* Sancho, 1998).

Com os anos 80 chegam, sob a denominação de “novas tecnologias da informação e da comunicação”, novas opções apoiadas no desenvolvimento de máquinas e dispositivos projetados para armazenar, processar e transmitir, de modo flexível, grandes quantidades de informação. Esta “novidade” das tecnologias da informação reside, algumas vezes, na natureza dos apoios (...), e outras, como no caso de meios convencionais (...), no uso, na interação dos mesmos com outros meios. A inovação constante nas tecnologias da informação e da comunicação com a criação de novos materiais audiovisuais e informáticos cada vez mais integrados (opção multimídia) e a necessidade de projetar as suas aplicações educacionais correspondentes têm despertado o interesse dos técnicos da educação

Com a chegada dos anos 90, o principal avanço tecnológico foi proporcionado pelos meios de comunicação. Esta evolução permitiu a diminuição das distâncias entre as pessoas, não só pela televisão, mas pela comunicação de dados através das grandes redes de computadores, como por exemplo a internet.

3.2.2 A INFORMÁTICA EDUCATIVA NO BRASIL

Segundo Tajra (2000), a política de informática educativa iniciou-se em 1979, quando a SEI (Secretaria Especial de Informática) efetuou uma proposta para os setores da educação, agrícola, saúde e industrial, no sentido de viabilizar recursos computacionais em suas atividades

Em 1980, a SEI criou uma Comissão Especial de Educação para colher subsídios, visando gerar normas e diretrizes para a área de informática na educação.

De acordo ainda com Tajra (2000), em Agosto/1981, ocorreu o I Seminário Nacional de Informática na Educação, na UNB em Brasília/DF, onde tirou-se as seguintes recomendações: que as atividades da Informática Educativa sejam balizadas pelos valores culturais, sócio-políticos e pedagógicos da realidade brasileira; que os aspectos técnico-econômicos sejam equacionados não em função das pressões de mercado, mas dos benefícios sócio-educacionais; não considerar o uso dos recursos computacionais como nova panacéia para enfrentar os problemas de educação e a criação de projetos-piloto de caráter experimental com implantação limitada, objetivando a realização de pesquisa sobre a utilização da informática no processo educacional (Tajra, 2000).

O II Seminário Nacional de Informática na Educação, realizado em Agosto/1982, na UFBA, Salvador/Bahia contou com a participação de pesquisadores das áreas de educação, sociologia, informática e psicologia. No final desse encontro foram deixadas as seguintes recomendações: que os núcleos de estudo fossem vinculados às universidades, com caráter interdisciplinar, priorizando o ensino de 2º grau, não deixando de envolver outros grupos de ensino; que os computadores fossem um meio auxiliar do processo educacional, devendo se submeter aos fins da educação e não determiná-los; que o seu uso não deveria ser restrito a nenhuma área de ensino; que se priorizasse a formação do professor quanto aos

aspectos teóricos, participação em pesquisas e experimentação, além do envolvimento com a tecnologia do computador e, por fim, que a tecnologia a ser utilizada fosse de origem nacional.

Em Janeiro/1983 ocorreu a criação da CE/IE – *Comissão Especial de Informática na Educação*, pela portaria SEI/CSN/PR N°001 de 12/01/83. Desta comissão faziam parte membros do MEC, SEI, CNPq, Finep e Embratel, que tinham como missão desenvolver discussões e implementar ações para levar os computadores às escolas públicas brasileiras.

Ainda neste mesmo ano é criado o *Projeto Educom – Educação com Computadores*. Foi a primeira ação oficial e concreta para levar os computadores até as escolas públicas. Foram criados cinco centros-piloto, responsáveis pelo desenvolvimento de pesquisa e pela disseminação do uso dos computadores no processo de ensino-aprendizagem. Vale ressaltar que os centros-piloto do Projeto Educom, apesar de terem uma espinha dorsal comum, tiveram caminhos diferentes.

A oficialização dos centros de estudo do Projeto Educom, contudo, só ocorreu em 1984, e era composto pelas seguintes universidades: UFPE (Universidade Federal de Pernambuco), UFRJ (Universidade Federal do Rio de Janeiro), UFMG (Universidade Federal de Minas Gerais), UFRGS (Universidade Federal do Rio Grande do Sul) e Unicamp (Universidade Estadual de Campinas). Os recursos financeiros para esse projeto eram oriundos do Finep, Funtevê e do CNPq (Tajra, 2000).

Segundo Oliveira (1997), os centros piloto do Projeto Educom, recomendados nos I e II Seminários, compuseram desde o início de suas atividades, em 1984, os principais locais de pesquisa na área. Estes cinco centros desenvolvendo atividades variadas podem ser considerados como os grandes responsáveis pela

produção de “softwares” educativos e pela formação de recursos humanos para o trabalho com computador na educação.

Entretanto, estes centros sofreram, no entendimento desse autor, uma dupla dificuldade para desenvolver pesquisa na área: por um lado a falta de uma política de financiamento que pudesse garantir um planejamento a longo prazo para a realização das atividades de investigação e, por outro, a dificuldade de formar uma equipe multidisciplinar de pesquisadores. Estes empecilhos terminaram por impedir que se estivesse, hoje em dia, em um estágio mais elevado de utilização do computador no processo de ensino-aprendizagem (Oliveira, 1997).

Em 1986, segundo Tajra (2000), foi criado o *Comitê Acessor de Informática para Educação de 1º e 2º graus* (Caie/Seps) subordinado ao MEC, tendo como objetivo definir os rumos da política nacional de informática educacional, a partir do Projeto Educom. As suas principais ações foram: realização de concursos nacionais de software educacionais; redação de um documento sobre a política por eles definida; implantação de Centros de Informática Educacional (CIEs) para atender cerca de 100000 usuários, em convênio com as Secretarias Estaduais e Municipais de Educação; definição e organização de cursos de formação de professores dos CIEs e efetuar a avaliação e reorientação do Projeto Educom.

O *Programa de Ação Imediata em Informática na Educação*, de acordo com Tajra (2000), teve seu início em 1987, e uma de suas principais ações foi a criação de dois projetos: *Projeto Formar* que visava a formação de recursos humanos, e o *Projeto Cied* que visava à implantação de centros de informática e educação. Além dessas duas ações, foram levantadas, ainda, as necessidades dos sistemas de ensino, relacionadas a informática no ensino de 1º e 2º graus. Foi elaborada a Política de Informática Educativa para o período de 1987 a 1989 e, por fim, foi estimulada a produção de *software* educativos. O projeto Cied desenvolveu-se em três linhas: Cies – *Centro de Informática na Educação Superior*, Cied – *Centro de*

Informática na Educação de 1º e 2º graus e Especial e Ciet – Centros de Informática na Educação Técnica.

Para Oliveira (1997), a política de informática tomou novas feições a partir do momento em que se definiu pela criação dos Centros de Informática Educativa, uma vez que, com esta decisão, as ações visando inserir os computadores no ensino passaram a ter um caráter descentralizado, levando as Secretarias Municipais e Estaduais de Educação a passarem a dar o direcionamento de acordo com suas realidades locais.

Por outro lado, segundo esse mesmo autor, este caráter descentralizado sofreu uma grande limitação em decorrência da falta de liberação de recursos destas secretarias para a compra de novos equipamentos e capacitação de professores. Dessa forma, a independência, que poderia ser um aspecto positivo, termina com muito pouca evidência, uma vez que poucas Secretarias Estaduais e Municipais de ensino decidiram investir na Informática Educativa como um projeto que poderia contribuir para a melhoria da qualidade de suas escolas.

Em 09 de abril de 1997 foi criado o *ProInfo (Programa Nacional de Informática na Educação)*, através da Portaria nº 522, como uma iniciativa do Ministério da Educação, por meio da *Secretaria de Educação a Distância – SEED*, tendo como parceiros os governos estaduais e alguns municípios.

O ProInfo é um programa educacional que visa a introdução das Novas Tecnologias de Informação e Comunicação na escola pública como ferramenta de apoio ao processo ensino-aprendizagem. No que concerne a informática educativa sua proposta é uma forma de aproximar a cultura escolar dos avanços que a sociedade vem desfrutando com a utilização das redes técnicas de armazenamento, transformação, produção e transmissão de informações.

A base tecnológica do ProInfo nos estados é o *Núcleo de Tecnologia Educacional* – NTE que é uma estrutura descentralizada composta por professores que deverão passar por uma capacitação de pós-graduação referente à Informática Educacional, para que possam exercer o papel de multiplicadores desta política.

Segundo (Proinfo MEC/SEED, 1998), em Santa Catarina, mais precisamente no município de Florianópolis, a arrancada para a informatização nas escolas públicas ocorreu em 1996, com a compra de 18 (dezoito) microcomputadores, para laboratórios de informática, distribuídos em três Escolas Básicas: E. B. Beatriz de Sousa Brito, E. B. Acácio Garibaldi São Thiago e E. B. Batista Pereira, com verba proveniente do convênio Nº 0772/96 Ministério da Educação e dos Desportos – MEC e Fundo Nacional para o Desenvolvimento Educativo – FNDE. E em 1997, foram contratados profissionais para introduzir a Informática Educativa em seus laboratórios, iniciando com turmas de 7ª e 8ª séries, atingindo um total de 342 alunos. Em 1998, o projeto já atendia 450 alunos de 5ª a 8ª séries e alguns professores.

A crescente importância da tecnologia na vida das pessoas levou o MEC a optar por incluir, entre suas prioridades, a introdução da informática nas escolas da rede pública.

O início desse processo, como ação governamental, é desenvolvido pelo Programa Nacional de Informática na Educação – PROINFO, sob a coordenação da Secretaria da Educação à Distância do Ministério da Educação e Desporto – SEED/MEC. Oficialmente lançado pelo MEC em 10 de abril de 1997, um dos pontos principais considerados pelo PROINFO é a capacitação de recursos humanos: condição fundamental para o sucesso do programa a existência de pessoal qualificado para trabalhar com informática na educação e suporte técnico ao conjunto *hardware/software* a ser instalado nas escolas (Proinfo MEC/SEED, 1998).

A Secretaria Municipal de Educação entendeu ser de fundamental importância a implantação de uma cultura de informática pedagógica na Rede Municipal de Educação, em consonância com a política de informatização proposta pelo MEC/SEED, e por isso, implantou um Programa de Informática Educacional de Ensino, introduzindo junto com outras ações, uma política adequada de capacitação de recursos humanos nesta área, e ainda, aquisições de “hardware” e “software”, para tornar possível o envolvimento dos profissionais da escola (Proinfo MEC/SEED, 1998).

Ainda segundo esta mesma revista, no período de setembro a dezembro de 1998, capacitou-se cerca de 90 profissionais em Informática Educativa. Para esta capacitação firmou-se contrato com a Fundação da Escola Técnica de Santa Catarina, com verba do convênio Nº 058/98 – PROINFO/MEC/SEED.

Pelo Programa Nacional de Informática na Educação – PROINFO, a primeira escola em Florianópolis contemplada com laboratório de informática (10 micro-computadores) foi a Escola Básica Osmar Cunha, no município de canasvieiras.

3.3 NOVAS TECNOLOGIAS NA EDUCAÇÃO

Segundo Ferrés (1999), existe um certo grau de dificuldade para se definir novas tecnologias, isto porque existem pessoas que preferem termos como tecnologia da comunicação e da informação surgindo assim um primeiro elemento de confusão. O segundo elemento de confusão vem da distinção entre tecnologias audiovisuais e tecnologia informática, cada vez menos válida.

Para Ferrés (1999), existe um grave equívoco entre suportes e linguagens, isto é, uma coisa é o suporte das informações ser informático, e outra coisa é a linguagem que se veicula dentro desse suporte. É o mesmo que atribuir a importância do livro ao técnico da gráfica. Ele é fundamental para o suporte, mas o autor do livro é alguém que entende da linguagem que será veiculada. Cada vez

mais, existirão trabalhos e projetos multidisciplinares, onde utilizar-se-á o suporte informático, que requererá técnicas em informática capazes de qualificá-los do ponto de vista tecnológico, porém distintas das linguagens utilizadas.

Por outro lado, é inegável que a utilização da informática educacional é bem mais complexa que a utilização de qualquer outro recurso didático até então conhecido. Suas possibilidades ocorrem em função da multiplicidade de recursos disponíveis. Com ela é possível comunicar, pesquisar, criar desenhos, efetuar cálculos, simular fenômenos, dentre muitas outras ações, sem contar que é a tecnologia que mais vem sendo utilizada no mercado de trabalho.

A escola é uma das instituições que mais demoram a inovar e avançar. Desde a descoberta da caneta esferográfica, os professores resistem em aceitar inovações. A inovação através dos computadores está “forçando” a escola a mudar e aceitar mais facilmente essa mudança.

A importância da utilização da tecnologia computacional na área educacional é indiscutível como necessária, seja no sentido pedagógico, seja no sentido social. Não cabe mais a escola preparar o aluno apenas nas habilidades de linguística e lógico-matemática, apresentar o conhecimento dividido em partes, fazer do professor o grande detentor de todo o conhecimento e valorizar apenas a memorização. Hoje com o novo conceito de inteligência, onde pode-se desenvolver as pessoas em suas diversas habilidades, o computador aparece num momento bastante oportuno, inclusive para facilitar o desenvolvimento dessas habilidades (lógico-matemática, linguística, interpessoal, intrapessoal, espacial, musical, corpo-cinestésica, naturista e pictórica) (Tajra, 2000).

Agregar novas tecnologias de comunicação e informação nos ambientes educacionais provoca um processo de mudança contínuo, não permitindo mais uma parada, visto que as mudanças ocorrem cada vez mais rapidamente e em curtíssimo espaço de tempo.

O processo de qualquer mudança, seja no âmbito profissional ou pessoal, pode ser representado conforme a Figura 8

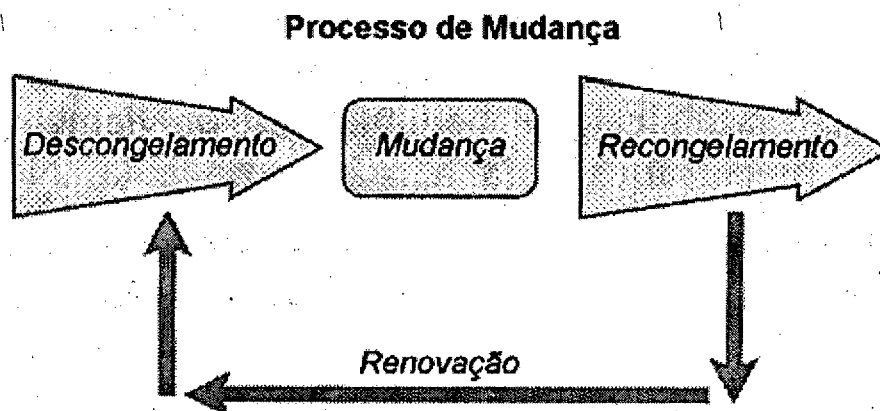


Figura 8 – Processo de mudança contínua em ambientes educacionais.
Fonte: (Tajra, 2000, p.102)

A etapa de “**descongelamento**” refere-se ao momento em que se depara com a necessidade de mudança. É a conscientização da mudança, e se não lançar-se a ela, pode-se correr um sério risco de ficar-se marginalizado pelo que acontece ao redor.

Esta fase é caracterizada pela sensibilização. Ela ocorre quando o professor percebe que precisa mudar e rever seus paradigmas.

A etapa “**mudança**” ocorre quando já se está no processo da mudança propriamente dita, assimilando novos conceitos, os novos paradigmas. A mudança é concluída quando se está apto para a nova realidade proposta.

O “**recongelamento**” ocorre quando se reinicia um novo processo de mudança. Esta etapa pode ser exemplificada quando aparecem novas versões de programas, novos equipamentos disponíveis, ficando-se com aquela sensação

comprovada de que diante do mundo tecnológico nunca mais se estará pronto. Estar-se-á sempre diante de uma nova realidade e necessidade de aprendizagem. Precisa-se descongelar novamente os últimos paradigmas e reiniciar o processo de mudança (Tajra, 2000).

Para Tajra (2000), a área de informática é caracterizada pela inovação constante. Ela força-se a estar sempre mudando, seja para uma máquina mais potente e rápida, seja para um "software" mais atualizado e com novos recursos

É impossível acompanhar todas as inovações na área de informática. Está-se em constante estágio de ignorância tecnológica. Se essas inovações não forem acompanhadas, fica-se cada vez mais atrasado. Precisa-se de convicção que está-se diante de um imperativo tecnológico. Deve-se sempre questionar tais alterações e nem sempre adotá-las. O questionamento é imprescindível, precisa-se ser crítico e saber usar a criticidade. As mudanças não se limitam aos instrumentos físicos, mas as mudanças na sociedade, na cultura, na economia, na forma de produção, na forma de aprender, nos sistemas de comunicação e nas atividades mais simples do nosso cotidiano (Tajra, 2000).

3.3.1 MULTIMÍDIA

A *multimídia* não surgiu repentinamente como os grandes inventos do homem, na realidade é fruto do desenvolvimento tecnológico determinado pela necessidade da comunicação. Por isso, desde a pré-história, a comunicação entre os homens é uma necessidade marcante. Afinal a socialização dos indivíduos no grupo ocorre através da constante troca de informações, tanto que, os homens das cavernas já utilizavam os desenhos como instrumentos de manifestação de seus sentimentos, suas angústias, seus temores, etc. Muitos destes registros estarão presentes para toda a eternidade. Certamente esta é a verdadeira origem da *multimídia* e de todos os instrumentos tecnológicos de comunicação desenvolvidos pelo homem. Com o crescimento da população, o registro através de desenhos nas paredes

das cavernas não atendiam mais a necessidade do intercâmbio cultural. Esta necessidade determinou o desenvolvimento da imprensa, rádio, televisão e agora mais recentemente a *multimídia* (Belli, 1999).

Para Bugay e Ulbricht (2000), livros, redes de difusão, jornais impressos e mesmo a televisão são meios que permitem ao usuário receber informações, mas não lhe possibilitam a interação com o veículo de informação. A evolução e a popularização do computador, bem como o desenvolvimento das interfaces gráficas, tornou possível ter a apresentação de vários tipos de mídia (texto, imagem, animações, vídeos e sons), a *multimídia*. Esta, mesmo possibilitando utilizar vários tipos de mídia em conjunto, ainda não permite a interação do usuário.

Segundo Casas (1994), quando se fala do emprego da *multimídia*, está se fazendo referência a utilização através do computador de "múltiplos meios" como textos, gráficos, sons, imagens, animação e simulação, que são combinados e controlados de forma interativa, para conseguir um efeito determinado. Por isso, a *multimídia* não é mais nem menos que o emprego de uma série de recursos já conhecidos e utilizados anteriormente, porém manipulados, agora, por uma série de ferramentas poderosas, que reforçam sua eficácia, gerenciadas todas pelo computador.

Segundo Chaves (1991), o termo *multimídia*, num sentido abrangente, significa apresentação ou recuperação de informações (interatividade) que se faz, com o auxílio do computador, de maneira multissensorial (envolvimento de mais de um sentido humano), integrada (meios de comunicação formando um todo orgânico sob a coordenação do computador), intuitiva (meios de comunicação mais apropriados, na hora em que a informação é apresentada ou recuperada na forma mais conveniente ao seu conteúdo), e interativa.

3.3.2 HIPERTEXTO

Segundo Martin (1992), *hipertexto* foi o termo utilizado por Ted Nelson em 1967, para se referir a uma organização não linear de informação. Ele permite situar assuntos distintos interrelacionados em diferentes níveis de aprofundamento, proporcionando a personalização do processo de ensino-aprendizagem e permitindo ao aluno trabalhar em seu próprio ritmo, nível e estímulo, adequando o estudo as suas características e interesses. Através de sua estrutura flexível, o *hipertexto* faz com que a navegação de um texto seja executada de forma lógica (ao contrário dos livros, onde é feita linearmente), além de permitir a indicação de partes do documento. Com sua estruturação, o *hipertexto* pode auxiliar o aluno a reaproximar diferentes elementos de informação para compará-los, confrontá-los ou analisá-los, possibilitando ao estudante adquirir diferentes abordagens sobre um mesmo assunto.

Num hipertexto, o conhecimento é colocado em forma de nós, organizados em estruturas hierárquicas, conectados uns aos outros através de "links" ou ligações. As conexões que possibilitam o usuário a navegar no sistema consistem de um botão, um "link" e um destino (Ulbricht, 1992).

Para Bugay e Ulbricht (2000), o *Hipertexto* é um programa computacional, de estrutura não sequencial, onde não existe uma ordem simples que determina a sequência na qual o texto será lido. O exemplo mostrado na figura 9 apresenta a estrutura de um *Hipertexto* no qual ao invés de uma leitura sequencial, esta apresenta três opções para o leitor: Ir para B, D ou E. Indo para B então poderá ir para C ou E e de E poderá ir para D. Uma vez que tudo isto é possível para ir diretamente de A para D, este exemplo mostra que podem existir vários caminhos diferentes conectando dois elementos em uma estrutura de *Hipertexto*. Neste caso, diferentes opções foram oferecidas para os leitores e cada uma determina qual delas seguir na hora de ler o texto.

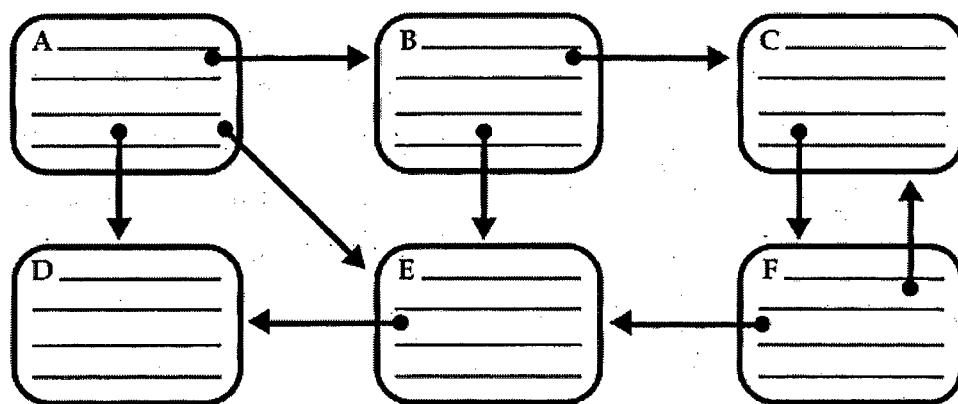


Figura 9 - estrutura simplificada de um hipertexto.
 Fonte: Nielsen, (1995) *apud* Bugay & Ulbricht, (2000, p.64).

Anceaux et al (1993, *apud* Bugay e Ulbricht, 2000), definem *hipertexto* como um programa informático que permite criar e apresentar de forma interativa um conjunto de dados textuais e eventualmente sonoros e de vídeo, possuindo três componentes principais:

- uma base de dados textual;
- uma rede semântica formada por relações hierárquicas, associativas e analógicas entre diferentes unidades temáticas;
- ferramentas informáticas que permitem criar e percorrer o texto com o auxílio de uma rede semântica.

Os *hipertextos* são formados fundamentalmente por um *conjunto de documentos* e por um *conjunto de conhecimentos*, sendo conectados por ligações denominadas de *links*. A interação entre o leitor e o *hipertexto* é feita pelos documentos. Os conhecimentos são um conjunto de relações específicas destinadas à máquina, e que vão decidir o que apresentar ao usuário em função do assunto corrente. A *linkagem* é a forma de associar livremente o conhecimento ao documento. A rede de conhecimento “flutua” pelo documento, sem fazer parte do mesmo. Dentro de

um sistema, um mesmo conjunto de documentos é utilizado por diversos *hipertextos* independentes, cada um materializando um conhecimento diferente de informações. Outros *hipertextos* podem ser criados, pelo aluno, sobre estes documentos. Isto pode acontecer, no momento em que o aluno enriquece o *hipertexto* com suas anotações e faz a *ancoragem* desta nova informação com as já existentes. Neste sentido é um verdadeiro ambiente de aprendizagem, pois para o aluno realizar estas operações ele deverá ter domínio completo do assunto, pois faz a síntese dos conhecimentos apresentados (Nanard, 1994; *apud* Ulbricht, 1997).

A apresentação computadorizada da informação em forma de *hipertexto*, combinada com a *multimídia* (uso através do computador de textos, gráficos, sons, imagem, animação, simulação, processamento de programas e vídeo), forma a *hipermídia*, poderosa ferramenta na transmissão de conhecimento (Martin, 1992).

"Os sistemas *hipermídia*, para atender as necessidades da aprendizagem, onde a tomada de decisão seja uma atividade constante, devem ser flexíveis na integração das informações pois somente assim poderão responder a situações novas... a aprendizagem, da mesma forma que o pensamento, não se faz com idéias isoladas, mas por relações significativas ou associações de idéias. O sistema *hipermídia* deverá funcionar como o pensamento, sendo uma ferramenta de estruturação do pensamento, assim como a linguagem... num sistema *hipermídia*, ler e escrever passam a ser operações novas que modificam profundamente a maneira de pensar, pois levam a desenvolver nos alunos, condutas heurísticas flexíveis e novas" (ULBRICHT, 1997, p.83-84).

Para Souza (1999), um sistema *hipermídia* pode combinar estruturas hierárquicas e associativas, ao contrário de um livro que só pode apresentar uma disposição linear, estruturada hierárquicamente em tópicos, capítulos ou módulos. Assim, as características relativas à estruturação associativa da *hipermídia* são:

- uma rede de objetos de informação reunidos como nós;
- um conjunto de *links* que criam relações entre os nós de informação;
- ferramentas de autoria que permitem aos usuários construir *links* e nós de informação;
- facilidades existentes nas janelas, que permitem aos usuários visualizar um ou mais objetos da rede. As janelas de *browser* permitem aos usuários ver não só a estrutura hierárquica mas também as associações da rede *hipermídia*.

Ainda segundo esse mesmo autor, a *hipermídia*, na sua essência, pode ser considerada como a associação de nós de informação conectados uns aos outros por meio de *links* formando redes de informação similares ao *hipertexto*. Diferentemente, porém, de um *hipertexto*, os nós podem conter tipos de informações expressados por meio de diversos tipos de mídias: vídeo, áudio, animação, textos, gráficos. Desta maneira, diversas formas de mídia são integradas numa rede de informação não-sequencial.

Segundo Ulbricht (1997), um ambiente *hipermídia* pode ser definido, tecnologicamente, como um conjunto de nós e de ligações e pedagogicamente como um ambiente interativo de aprendizagem, isto é, um espaço de interação entre o sujeito e um saber conceitualizado, apresentado sob a forma de páginas de informação, ligadas umas às outras ou a uma situação problema, que o aluno deve resolver.

Para Bugay e Ulbricht (2000), a popularização da internet, o desenvolvimento do *hipertexto*, a evolução do "hardware", das linguagens de programação e das ferramentas de autoria proporcionaram uma verdadeira explosão de aplicativos baseados em *hipermídia*, onde se pode destacar:

- os caixas eletrônicos de um banco;
- os "kioskes" de informações existentes nos "shoppings centers", aeroportos e balcões de informações turísticas;

- as enciclopédias completas em CDs, contendo textos, sons, animações, fotos e vídeos;
- as revistas periódicas em *hipermídia*, como a NEO Interativa;
- os dicionários e cursos de línguas interativos;
- as coletâneas de matérias editadas em jornais, como o lançado pela folha de São Paulo;
- coletânea de matérias editadas em revistas, como o lançado pela Revista Super Interessante, que reúne assuntos de dez anos da revista;
- os aplicativos *hipermídia* destinados ao turismo, como o CD A Ilha da Magia, sobre Florianópolis;
- os variados aplicativos em *hipermídia* destinados ao ensino;
- as *hipermídias* desenvolvidas especificamente para treinamento.

3.3.3 HIPERMÍDIA NO ENSINO

De acordo com Casas (1994), a *hipermídia* tem-se introduzido com grande rapidez no ensino pelos benefícios que fornece:

- Oferece um material mais atrativo que o clássico, convertendo o árido em ameno; e o que é assimilado por vários sentidos e é mais agradável, recorda-se muito melhor, reforçando a aprendizagem.
- Oferece uma grande flexibilidade ao aluno, dando-lhe um maior controle individual sobre a matéria de estudo, ao dispor de meios mais dinâmicos que lhe permitam “navegar” no ritmo e profundidade escolhidos.
- Permitem um sistema de comunicação mais efetivo do que os meios convencionais. O estudante pode compreender melhor uma matéria através da interação com diversos meios, em vez de só através das classes na sala de aula e de livros textos.
- O homem com sua capacidade criativa e com a ajuda destas técnicas, pode ter em suas mãos um meio excelente para ajudá-lo a transmitir seus

conhecimentos. Nessa transmissão existem duas vias básicas de utilização no ensino: apresentações na aula e estudo individual.

- As apresentações utilizam os meios citados para tornar mais claras e amenas as idéias básicas que necessita-se transmitir.
- Os cursos, combinando também, texto, imagens e animação, permitem ao aluno a exploração interativa, em profundidade, para a assimilação e fixação dos conceitos. Constituem a base para estudo individual. Substitui-se assim o livro de texto convencional pelo "livro eletrônico".
- Em ambos os casos se capta a atenção do aluno, se lhe motiva ao estudo e se reforça a aprendizagem.

Tudo isso abre novos horizontes para a educação, tanto ao docente como ao discente, que sem estes recursos seriam insuspeitados.

3.4 IMPORTÂNCIA DA I.A. NO SOFTWARE EDUCACIONAL

Segundo Koehler (1998), "O objetivo da IA é representar o comportamento inteligente através de modelos computacionais. Comportamento fundamentado: no conhecimento e na aprendizagem. O conhecimento é sua principal matéria prima, representado por muitos formalismos. A aprendizagem também tem despertado muito interesse da comunidade de IA."

Para Ulbricht (1997), a utilização de computadores na educação teve, inicialmente, uso restrito na elaboração de catálogo de cursos, de testes e no apoio gerencial. Num segundo momento, o computador foi utilizado como assistente do professor, interagindo diretamente com o estudante.

De acordo com Silva (1994, p.16-17)

A primeira abordagem, denominada ambiental, é caracterizada pelo Laboratório LOGO de Seymour Papert (1980), a qual levou o estudante ao uso da máquina, com um estilo mais ou menos livre, onde o estudante é envolvido com programação. A segunda abordagem, utiliza jogos e simulações como ferramentas

instrucionais. A terceira aplicação é a instrução ou Ensino Assistido por Computador (CAI – Computer Assisted Instruction), que fazem um esforço explicativo, para instigar e controlar a aprendizagem.

Hoje, as pesquisas são direcionadas a projetos de programas que sejam adaptados ao estudante. Estes sistemas são denominados de sistemas ICAI (Intelligent Computer-Assisted Instruction) ou EIAC (Ensino Inteligente Assistido por Computador) e se utilizam da Inteligência Artificial para melhorar a qualidade e eficiência dos antigos sistemas CAI, criando um novo ambiente de aprendizagem (Ulbricht, 1997).

Os sistemas EIAC, para Nicaud, *apud* Ulbricht (1997), reagrupam os trabalhos de pesquisa fundamental e de desenvolvimento tendo como objetivos: a formalização dos processos humanos de aprendizagem, a concepção de modelos que representem o conhecimento, e que sejam tanto cognitivos como computacionais, e o estudo da inserção destes sistemas na formação. Para o autor, os sistemas EIAC são um campo da ciência cognitiva que interagem com diversas disciplinas como a informática (em particular a inteligência artificial), a didática, a psicologia cognitiva e as ciências da educação.

Segundo Dillenbourg et all (1993), *apud* Ulbricht (1997), a parcela de contribuição das ciências da educação para o desenvolvimento de sistemas EIAC estão resumidas aos seguintes pontos:

- Levar os projetistas de sistemas a proporem abordagens pedagógicas globais fundamentadas nas teorias pedagógicas (Bloon, Piaget, Vygotsky,...);
- auxiliar na definição de objetivos pedagógicos precisos;
- propor métodos de ensino que correspondam aos objetivos fixados;
- conceber mecanismos dinâmicos para a gestão de curriculum;
- conceber metodologias de observação e de avaliação em diferentes contextos sociais.

Para Ulbricht (1997, p.117-118), acredita-se que o sistema EIAC possibilite melhoria:

- na capacidade do aluno para a solução de problemas (Segre, 1992);
- na criatividade (na medida em que os estudantes compreendam que as regras que lhe são ensinadas não passam de hipóteses que devem ser examinadas, comparadas e adaptadas a novas situações (Davis, 1991);
- na otimização do processo de aprendizagem pelo aluno (desenvolvido pelo fato do aluno ser consciente de seu próprio processo de aprendizagem);
- na qualidade de ensino (pois uma vez organizado o conteúdo, este não sofreria interferência das mudanças a que o ser humano está sujeito);
- na democratização do ensino (uma vez que diferentes escolas, independentes de sua localização ou suporte econômico, poderiam dispor do sistema);
- na motivação do estudante (uma vez que a máquina os fascina) despertando mais interesse e curiosidade pelo assunto a ser tratado;
- na redução de custos e barreiras geográficas quando conectados a uma rede de comunicações;
- na supressão da hora e lugar de estudo;
- na redução do tempo de estudo, (uma vez motivados, os alunos aprenderiam mais e melhor);
- na qualidade do material instrucional a ser apresentado.

3.4.1 AGENTES

O conceito de agentes tem se tornado importante tanto na área de Inteligência Artificial (IA) quanto nas principais áreas da Ciência da Computação.

Segundo pesquisas realizadas em diversas literaturas da área, estas, não apontam para um consenso universal, no que tange a definição de agentes, observando-se que várias delas são utilizadas.

Atualmente, as aplicações de agentes são inúmeras podendo-se citar: agentes de interface, agentes de *software*, agentes de informação, etc.

Neste trabalho, selecionou-se algumas definições pela importância e pela sua proximidade com o mesmo.

De acordo com Bugay e Ulbricht (2000), "segundo o dicionário Webster, Agente é a pessoa ou coisa que atua ou é capaz de atuar ou ainda tem poder para atuar em favor de outro. Esta definição geral de um agente mostra que ele tem dois atributos:

- Um agente faz coisas;

- Um agente atua em benefício de alguém ou de alguma coisa.”

Russel e Norvig (1995), conceituam agente como “todo aquele que percebe seu ambiente mediante sensores e que responde ou atua nesse ambiente por meio de atuadores”. Para os autores, um modelo genérico de agente é representado na figura 10.

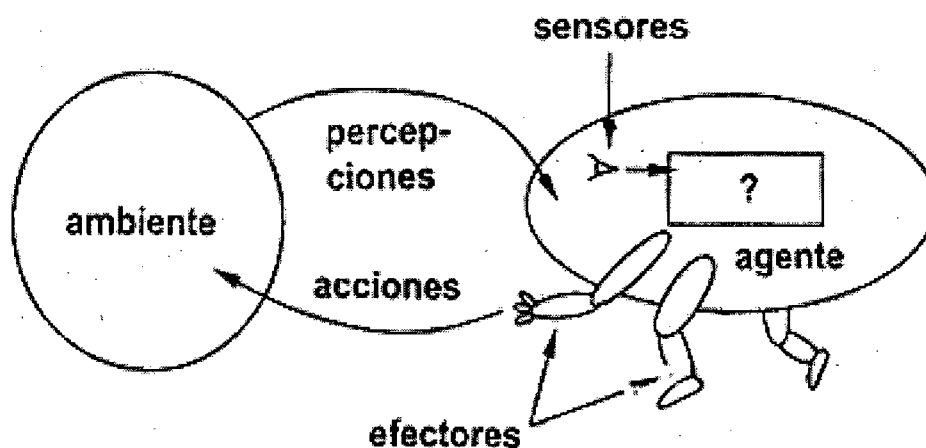


Figura 10 - Agentes interagem com o meio ambiente através de sensores e atuadores
Fonte: Russel & Norvig, 1995, p.34).

Agentes inteligentes para computadores geralmente incorporam os dois atributos citados por Bugay e Ulbricht, sendo que, atualmente, não existe uma definição amplamente aceita para agente de *software*, porém, Caglayan e Harrison (1997, *apud* Bugay e Ulbricht 2000), o definem como “uma entidade computacional que executa tarefas delegadas pelo usuário autonomamente”.

As áreas de pesquisas sobre agentes, para Silva (2000), podem ser divididas em três, a saber:

- *teoria de agentes*: está preocupada com a questão sobre o que é um agente e o uso de formalismos matemáticos para representar e raciocinar em cima de suas propriedades;

- *arquitetura de agentes*: pode ser pensada como modelos de engenharia de software de um agente; pesquisadores dessa área estão principalmente preocupados com a questão de projetar sistemas de hardware e software que satisfarão as propriedades especificadas pelos teóricos de agentes;
- *linguagens de agentes*: são sistemas de software para programação e experimentos com agentes; essas linguagens devem englobar os princípios propostos pelos teóricos.

3.4.1.1 ATRIBUTOS DE AGENTES INTELIGENTES

Segundo Bugay e Ulbricht (2000), partindo-se da definição enunciada anteriormente por caglayan e Harrison, onde um agente possui no mínimo as seguintes características:

- *delegação* – Execução de um grupo de tarefas por parte do agente, em benefício do usuário (ou de outro agente) que são explicitamente aprovadas pelo usuário.
- *habilidades* – O agente precisa ser capaz de interagir com o usuário para receber as instruções de delegação da tarefa, informar a situação da tarefa e completá-la através de uma interface agente/usuário ou através de uma linguagem de comunicação do agente.
- *autonomia* - Os agentes operam sem a intervenção direta (por exemplo – rodando em *background*) para executar a delegação especificada pelo usuário. Os atributos de autonomia do agente podem variar de ser capazes de iniciar um *backup* a noite até negociar o melhor preço de um produto para o usuário.

- *monitorização* – Os agentes precisam ser capazes de monitorar o ambiente de forma a executar tarefas autonomamente.
- *atuação* – O agente precisa ser capaz de afetar o ambiente via atuação de mecanismos ou operação autônoma.
- *inteligência* – O agente precisa ser capaz de interpretar os eventos monitorados para tomar decisões apropriadas para operações autônomas.

Além destes atributos, os agentes podem ter outros atributos adicionais como *mobilidade, segurança, personalidade* e outros.

3.4.1.2 AGENTES INTELIGENTES NAS HIPERMÍDIAS

Para Bugay e Ulbricht (2000), os sistemas CAI (Computer Assisted Instrucion), que fizeram um esforço explicativo para instigar e controlar a aprendizagem, foram substituídos por sistemas que são adaptados aos estudantes. Estes sistemas atuais, denominados ICAI (Intelligent Computer-Assisted Instruction) ou EIAC (Ensino Inteligente Assistido por Computador) se utilizam da Inteligência Artificial para melhorar a qualidade e eficiência dos antigos sistemas CAI, criando um novo ambiente de aprendizagem.

Os sistemas EIAC reagrupam os trabalhos de pesquisa fundamental e de desenvolvimento tendo como objetivos: a formalização dos processos humanos de aprendizagem, a concepção de modelos que representem o conhecimento, e que sejam tanto cognitivos como computacionais, e o estudo da inserção destes sistemas na formação (Nicaud, *apud* Bugay e Ulbricht, 2000).

Os sistemas EIAC, para este autor, são um campo da ciência cognitiva que interage com diversas disciplinas como a informática (em particular a inteligência artificial), a didática, a psicologia cognitiva e as ciências da educação.

3.5 CONCLUSÃO

Por apresentar a competência de armazenar grande quantidade de informações, o computador é hoje um forte aliado e grande potencializador da transmissão de conhecimento, além de que, sua capacidade de adaptar-se as diferenças individuais dos usuários, tornando o ensino mais concreto, é inigualável. Aliado a tudo isso está a capacidade de gerenciar diferentes mídias como; som, imagens, que podem ser estáticas ou não, textos, etc, fazendo com que estas, juntas, tornem a transmissão de um determinado conteúdo uma tarefa agradável, dinâmica e sobretudo eficaz.

Porém, sabe-se que alguns professores ainda insistem em manter um certo grau de distanciamento ou até mesmo aversão quando são confrontados com esta máquina, pois temem que ela o substitua, motivado pela falta de domínio da ferramenta.

Por outro lado, tem-se o fator político que como não poderia ser diferente de outros campos, deixa sua marca, de maneira comprometedora, também na educação, alardeando a compra de um grande número de computadores para as salas de aula, quando sabe-se que o número deles é insuficiente

Um outro problema ainda detectado, é que em muitas escolas, salas de aula informatizadas permanecem fechadas por carência de pessoal especializado em ensinar os “softwares” adquiridos ou mesmo por falta de capacidade para dar assistência técnica especializada. Como se tudo isso não bastasse, existe ainda no mercado, grande número de “softwares” educacionais onde poucos apresentam características intrinsecamente educativas, não passando de meros livros eletrônicos e, o que é pior é que muitos deles não superam os livros convencionais.

Portanto, precisa-se urgentemente de programas educacionais (na biologia, matemática, história, geografia, etc.) pois o computador como ferramenta auxiliar no processo ensino-aprendizagem, quando utilizado de maneira correta e consciente só tem a contribuir para a sua melhoria. E, para que se tenha ambientes *hipermídia* educacionais como mediadores do processo ensino-aprendizagem que venham ao encontro dos objetivos educacionais é necessário que se conheça bem alguns fundamentos tais como: origem, conceitos, elementos norteadores e outros.

CAPÍTULO IV

DESCRIÇÃO DO AMBIENTE

4.1 INTRODUÇÃO

Segundo Litto (1992, apud Vieira, 2001, p.1), o sistema educacional vigente é um reflexo do sistema industrial de massa, onde os alunos passam de uma série a outra, numa sequência de matérias padronizadas como se fosse uma linha de montagem industrial. Os conhecimentos acumulados são despejados em suas cabeças; alunos com maior capacidade para absorção de fatos e comportamento submisso são colocados na trilha de velocidade mediana. "Produtos defeituosos" são tirados da linha de montagem e devolvidos para "concerto".

Vive-se numa era de transformações, onde há interdependência global com internacionalização da economia e a supervalorização da comunicação e informação. Organizações da sociedade industrial estruturadas para desempenhar tarefas de natureza hierárquica de comando e controle estão sendo substituídas, devido a competitividade e a complexidade, pela formação de grupos em torno de projetos específicos. Comando e controle dão lugar a aprendizagem e resposta, numa tentativa, por parte de cada organização, de ser a primeira a chegar no mercado com produto ou serviço de boa qualidade (Vieira, 2001).

É necessária a formação de um novo homem. O perfil do novo profissional não é mais o especialista. O importante é saber lidar com diferentes situações, resolver problemas imprevistos, ser flexível e multifuncional e estar sempre aprendendo (Tajra, 2000).

A sociedade mudou muito nas últimas décadas e, segundo Vieira (2001), com a revolução tecnológica e científica a educação não tem somente que se adaptar as novas necessidades dessa sociedade do conhecimento, mas também, e principalmente, tem que assumir um papel de ponta nesse processo.

Os recursos tecnológicos de comunicação e informação têm se desenvolvido e se diversificado rapidamente. Eles estão presentes em todas as atividades dos cidadãos, que não podem ser ignorados ou desprezados. Embora seja possível ensinar e aprender sem eles, as escolas têm investido cada vez mais nas novas tecnologias da informação e comunicação (NTICs). Dado a grande influência que essas NTICs, especialmente a computação, têm exercido atualmente na educação é que torna-se necessária uma reflexão sobre a concepção de aprendizagem que deverá perpassar a utilização dessa tecnologia na prática educativa (Vieira 2001).

Segundo Valente (2001), os computadores estão propiciando uma verdadeira revolução no processo de ensino aprendizagem. Uma razão mais óbvia advém dos diferentes tipos de abordagens de ensino que podem ser realizados através do computador, devido aos inúmeros programas desenvolvidos para auxiliar o processo de ensino-aprendizagem. Entretanto, a maior contribuição do computador como meio educacional advém do fato do seu uso ter provocado o questionamento dos métodos e processos de ensino utilizados.

De acordo ainda com Valente (2001), vários argumentos têm sido usados para fortalecer o uso do computador como ferramenta ao invés de "máquina de ensinar". Como ferramenta ele pode ser adaptado aos diferentes tipos de aprendizado, aos diferentes níveis de capacidade e interesse intelectual, as diferentes situações de ensino aprendizagem, inclusive dando margem a criação de novas abordagens. Entretanto, o uso do computador como ferramenta é a que provoca maiores e mais profundas mudanças no processo de ensino vigente, como a flexibilidade dos pré-requisitos e do currículo, a transferência do controle do processo de ensino do professor para o aprendiz e a relevância dos estilos de

aprendizado ao invés da generalização dos métodos de ensino. Estas questões só podem ser contornadas a medida que o uso do computador se dissemine e coloque em xeque os atuais processos de ensino.

4.1.1 GEOMETRANDO

Os primeiros registros do homem na sua relação com a natureza, por si só, apresentam uma organização de elementos ligados a vida prática (curvas, retas, volumes, cor) os quais constituem as bases do campo de conhecimentos que viria, mais tarde, a ser denominado geometria. O fato de ter-se tido a necessidade de medir e delimitar a terra gerou a noção de figuras geométricas simples, tais como: retângulo, quadrado, triângulo e, em especial, a figura do triângulo retângulo.

Com o advento das novas tecnologias e o ensino tradicional nos níveis escolares da atualidade surgiu a preocupação em desenvolver métodos e ferramentas voltados para a realidade e para o contexto do aluno. Portanto, faz-se necessário associar textos, ligações entre tópicos (assuntos), vídeos, sons, fotografias, animações, entre outros, onde o usuário deverá interagir com os elementos de diversas épocas da história da matemática (geometria) ligados por analogia, a elementos de diversas épocas da história da arte. Este ambiente, reconhecidamente como um ambiente hipermídia, será desenvolvido de acordo com os conceitos, normas e padrões ergonômicos, buscando adaptá-lo ao indivíduo.

Para Piaget, o comportamento dos seres vivos não é nato, mas é construído numa interação entre o organismo e o meio (Lima, 1980). Portanto, a construção de um módulo de ensino, com uma riqueza visual, e sonora e de animação, contemplando a interatividade e a não linearidade, cada vez mais, passa a ser uma constante no processo de ensino aprendizagem e, então, conceber um ambiente hipermídia torna-se relevante.

Além disso, através da História da Arte pode-se identificar a presença dos elementos geométricos tanto nos diversos códigos lingüísticos utilizados por todas as civilizações letradas, quanto nas linguagens visuais, cênicas e mesmo nas musicais. Se os elementos básicos constitutivos das linguagens verbais apresentam, explicitamente, linhas e formas do domínio da geometria, nas linguagens estéticas os mesmos elementos podem ser encontrados tanto explícitos quanto subjacentes, neste último caso, na estrutura das manifestações artísticas. Assim, diante de uma tela, contextualizada com uma obra de arte, como por exemplo, "Pontas no Arco" do pintor Russo Vassili Kandinsky, de 1927, conforme figura 11, onde a forma poligonal prepondera, notadamente a de um triângulo, o aprendiz poderá, se valendo dos recursos da hipermídia, estudar geometria de forma construtiva interagindo com a mesma.

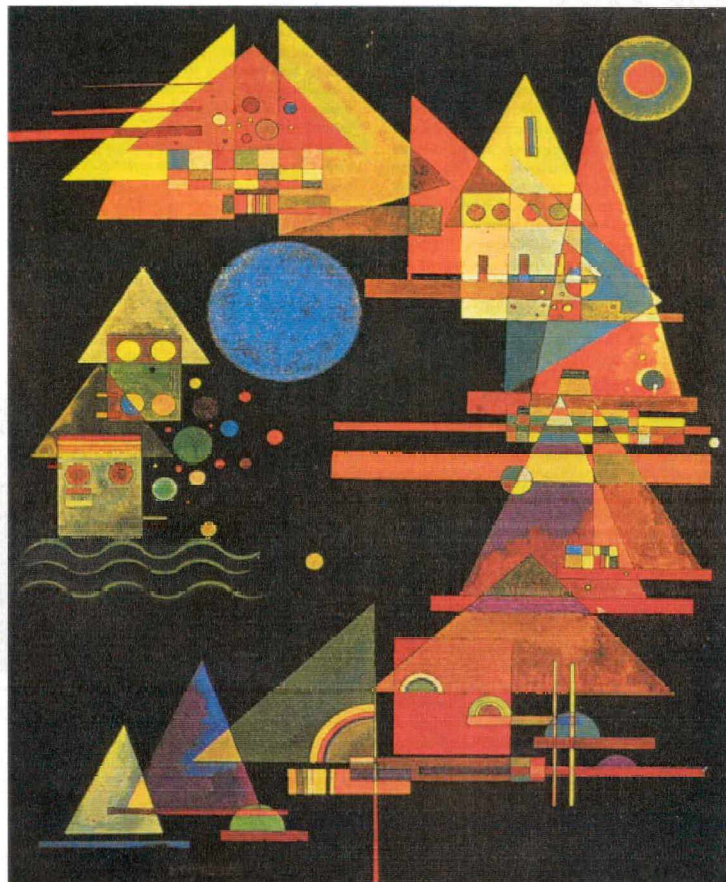


Figura 11- Vassili Kandinsky, Pontas no arco, 1927
Fonte: (Argan, 1992)

Navegando o aluno fará a interação através de botões que estarão disponíveis na tela, podendo clicar sobre ela e arrastar para fora da mesma, explorar estática ou dinamicamente determinadas figuras, fazer alterações, responder perguntas pertinentes, formular conclusões através de bloco de notas, etc. Toda essa gama de opções estará disponível ao aluno nesse ambiente onde ele irá construir seu conhecimento e o professor, indispensável que é nesse ambiente, fará o papel de mediador, levando o aluno a aprender a aprender.

Assim, o projeto em questão, prevê o desenvolvimento de um *software* voltado para a aprendizagem da geometria plana, utilizando para tanto a metáfora da

história da arte. O usuário, através de um passeio no tempo, deve interagir com elementos geométricos associados, por analogia, a elementos das diversas épocas da história da arte.

Além disso, o projeto apresenta como inovador a forma de se trabalhar os conteúdos da geometria plana, no que tange a forma integrada, combinando textos, vídeos, sons, fotografias, animações e possibilitando que o usuário trabalhe de uma só vez um determinado elemento nas diferentes abordagens como optar por estudar a reta, por exemplo, sob o ponto de vista da geometria descritiva ou da geometria analítica. Atualmente o aluno trabalha a reta na geometria euclidiana completamente desvinculada da sua equação analítica e de sua representação no sistema de projeção cilíndrica ortogonal ou mesmo de sua perspectiva. Esta integração das diversas abordagens é completamente inovadora, principalmente quando se conecta esta rede de conhecimentos geométricos a uma abordagem com movimentos da arte em suas diversas épocas e diversidades de expressão.

A metodologia pedagógica é construtivista: o usuário será desafiado a construir sua base de conhecimento, a partir de figuras espaciais, escolhidas dentre aquelas referentes a momentos históricos diferentes, para chegar aos elementos básicos (como circunferência, pontos e retas). A cada novo desafio vencido pelo usuário, esse poderá sintetizar seu conhecimento adquirido e eventualmente avançar a partir de novos desafios que ele próprio visualize. O ambiente também deverá estar preparado para lançar novos desafios num formato crescente de dificuldades, tendo em vista o desempenho do aluno/usuário.

4.1.2 PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

O objetivo dessa dissertação é realizar uma proposta de modelo de ambiente hipermídia para aprendizagem da geometria plana.

Para atingir este objetivo foram necessários:

-Revisão bibliográfica, no sentido de buscar em artigos e livros científicos os conteúdos de geometria plana e também o conteúdo histórico da geometria.

-Estruturação do conteúdo de forma lógica como: mapa de navegação e diagrama de invólucros.

-Elaboração do "storyboard" através de meio analógico, criando páginas com textos e mídias, sendo que, nestas, as imagens podem ser estáticas ou animadas.

-Implementação do "storyboard" para inserção no geometrando, através de meio digital, com posterior testagem para corrigir possíveis falhas textuais e de mídia.

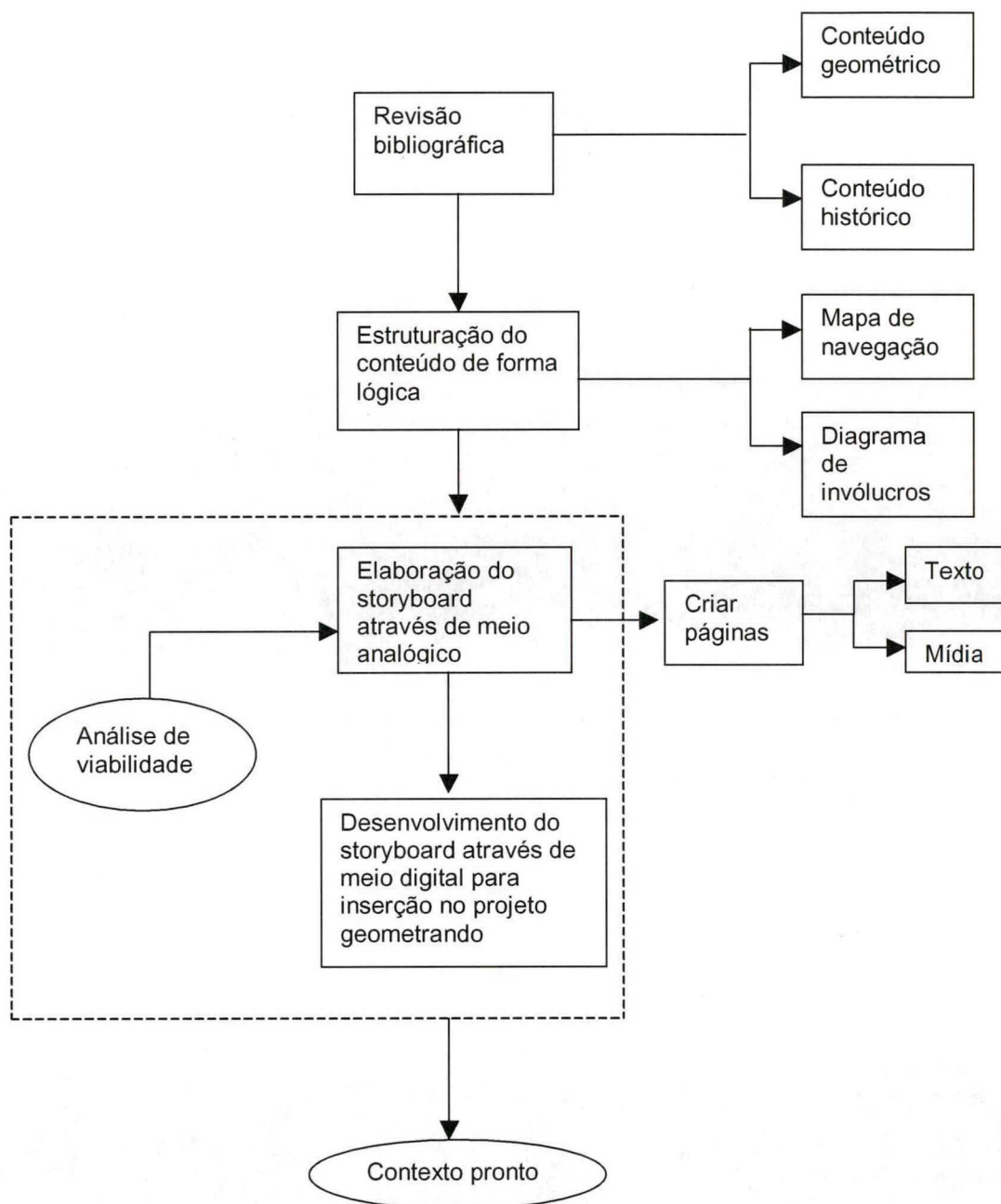


Figura 12 - Organograma metodológico

4.1.3 ESTRUTURA DO GEOMETRANDO

Na figura 13 é apresentado o esquema da estruturação do "software" do ponto de vista do usuário, onde aparece, em linhas gerais, os dois módulos que compõem o acesso. Nele vê-se nitidamente que a geometria euclidiana, cujo módulo é o objetivo dessa dissertação, pode ser acessado através do tronco 3.

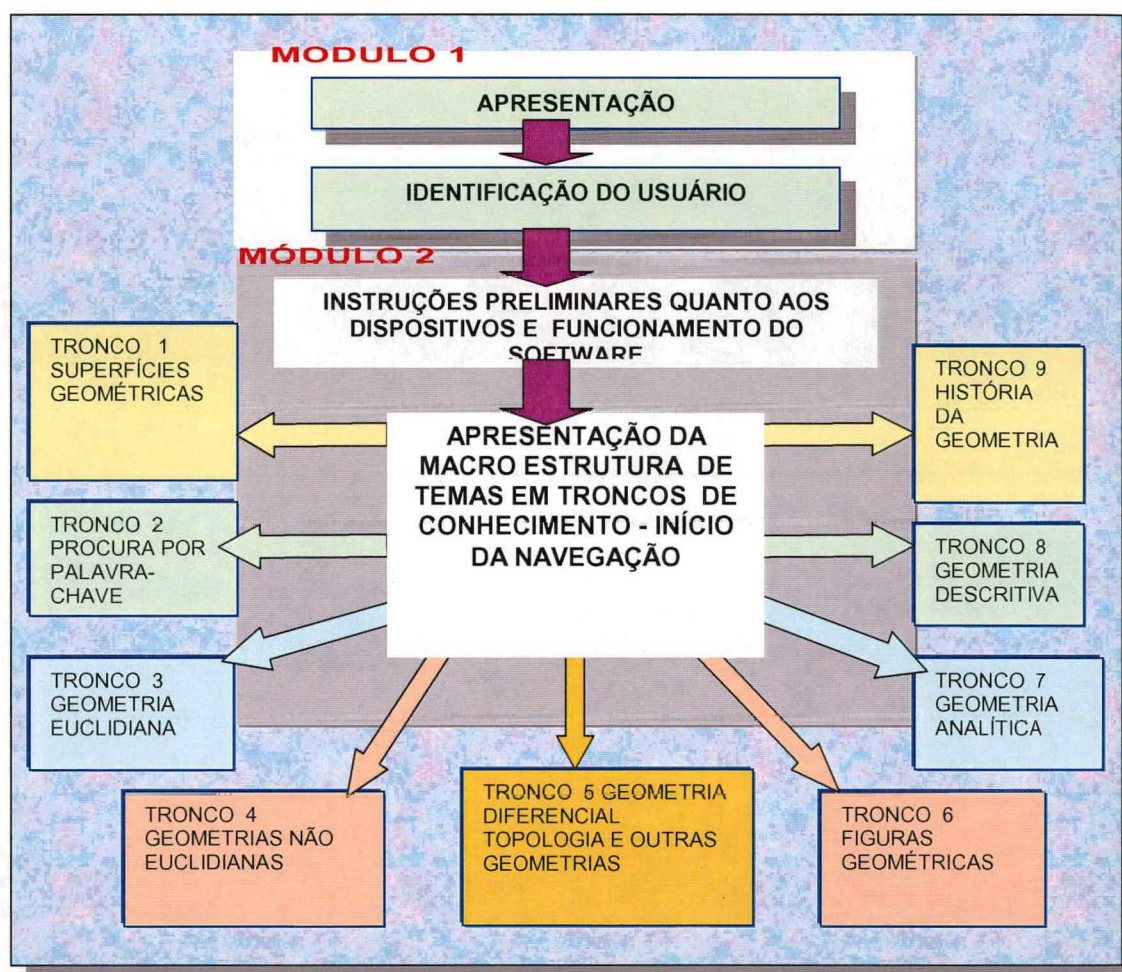


Figura 13 - estrutura do geometrando
Fonte: Vanzin, 2001

4.2 MÓDULO POLÍGONO

De acordo com o objetivo traçado pela coordenação do projeto geometrando, este prevê o desenvolvimento de um "software" voltado para a aprendizagem da

geometria plana e espacial, onde a proposta de dissertação ora apresentada focalizará apenas a geometria bidimensional, mais especificamente no seu módulo polígono, com ênfase para o triângulo.

Por ser a geometria plana e espacial um assunto de grande extensão, possuindo inúmeros temas, a equipe do geometrando optou em desmembrá-la em módulos, sendo que cada integrante do grupo passou a abordar determinado tópico, tudo isso sem perder as características de integração com as outras geometrias que é uma das inovações desse projeto.

4.2.1 DESCREVENDO O MÓDULO POLÍGONO

O ambiente hipermídia construtivista "modulo polígono", inicia com o aprendiz escolhendo por onde começar; se com figuras que apresentam lados ou se com figuras que são curvas. Optando por figuras que tem lados, o aluno entra no mundo dos polígonos. A partir desse momento o aprendiz começa a identificar polígonos, ângulos internos, reconhecer polígonos côncavos e convexos, reconhecer um tangran como uma composição de polígonos, formar novos polígonos justapondo peças do tangran, até chegar na nomenclatura de polígonos, quando então ele opta por estudar os polígonos de três lados (triângulo). A partir desse momento, o aluno inicia com a classificação do triângulo quanto aos lados e quanto aos ângulos, aprende a reconhecer um triângulo retângulo, suas propriedades, teoremas, inclusive interagindo com o "software" para melhor compreender o teorema de pitágoras. Continuando ainda, temos o reconhecimento das cevianas, suas construções gráficas e a consequente identificação dos pontos singulares, até chegar na expressão que fornece a área do triângulo e também do perímetro. Todo este estudo ocorre seguindo a metodologia pedagógica construtivista, com o aluno interagindo com elementos geométricos associados, por analogia, a elementos das diversas épocas da história da arte, que é a sua metáfora.

4.2.2 ORGANIZAÇÃO DO CONTEÚDO DO MÓDULO POLÍGONO

Numa hipermídia, o conhecimento é colocado em forma de nós, organizados em estruturas hierárquicas, conectados uns aos outros através de "links" ou ligações. As conexões que possibilitam o usuário a navegar no sistema consistem em um botão, um "link" e um destino (Ulbricht, 1992).

Segundo Martin, (1992), a hipermídia deve ser construída com hierarquias claramente visíveis e "links" bem organizados. As vezes, os "links" fazem conexões dentro de uma hierarquia e outras vezes, viram hierarquias separadas. Ocasionalmente, os "links" conectam documentos separados.

O usuário do sistema necessita ver claramente as hierarquias, o que é feito através de títulos. Para facilitar a leitura, deve haver um diagrama da sua estrutura. O leitor poderá, então, rolar para cima e para baixo este diagrama, abrindo e fechando partes dele. A figura 14 apresenta o desenho de um diagrama de colchetes (Ulbricht, 1992).

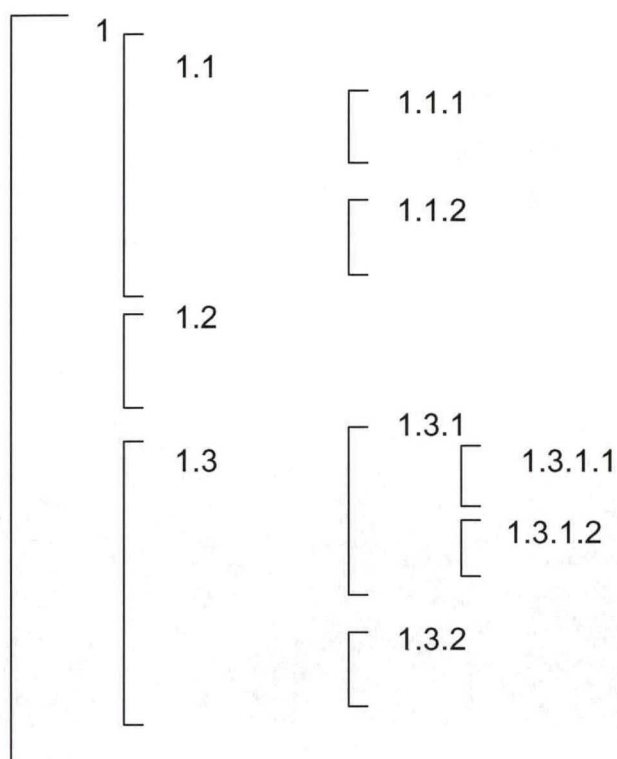


Figura 14 - Diagrama de colchete
 Fonte: Ulbricht, 1992, p. 99

Diagramas são como invólucros, onde o mais externo contém outros invólucros, que por sua vez contém ainda mais invólucros, sucessivos até o de nível básico. Basta que o sujeito pressione uma tecla do computador, para que possa abrir continuamente estes invólucros e da mesma forma fechá-los (Martin, 1992).

4.2.3 DIAGRAMA DE ORGANIZAÇÃO DE UMA HIPERMÍDIA SOBRE O CONTEÚDO DE GEOMETRIA PLANA "MÓDULO POLÍGONO".

Após as considerações feitas com relação a organização do conhecimento em ambiente hipertexto, organizaram-se os conteúdos de geometria plana, mais precisamente o "módulo polígono" segundo as orientações de Martin (1992).

Seguindo as orientações desse autor apresenta-se o diagrama de colchetes da geometria plana, "módulo polígono", onde o invólucro mais externo dos conteúdos é o que está representado na figura 15. As demais figuras ou seja: figura 16, figura 17, figura 18, mistam estes invólucros abertos. Os demais diagramas são invólucros internos destes.

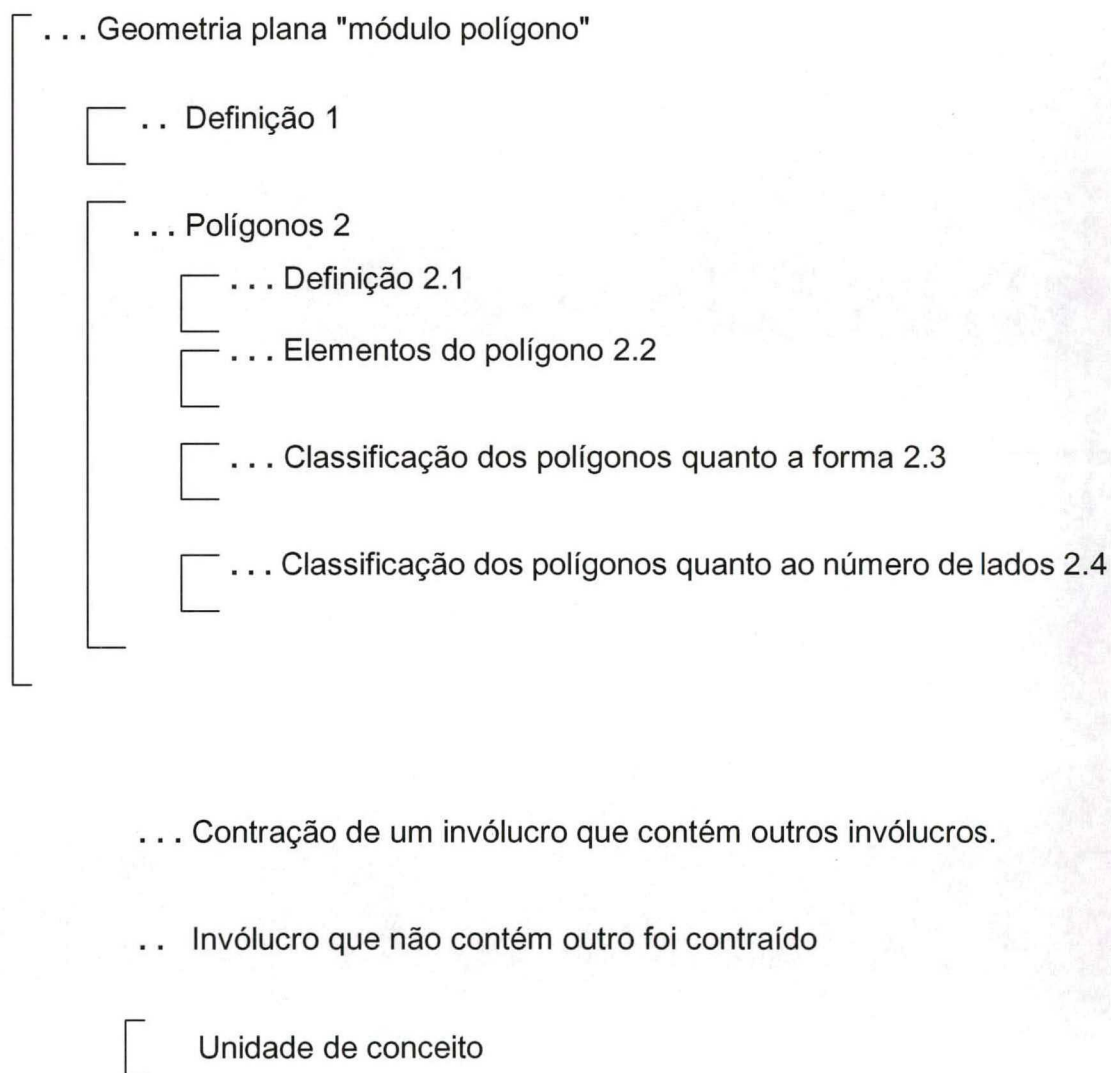


Figura 15 - Diagrama de conteúdo de geometria plana "módulo polígono"

4.2.4 ABRINDO INVÓLUCROS

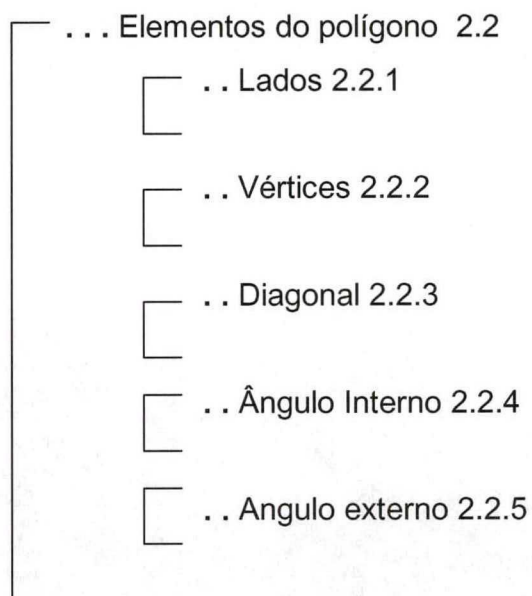


Fig. 16 - Detalhamento da figura 15

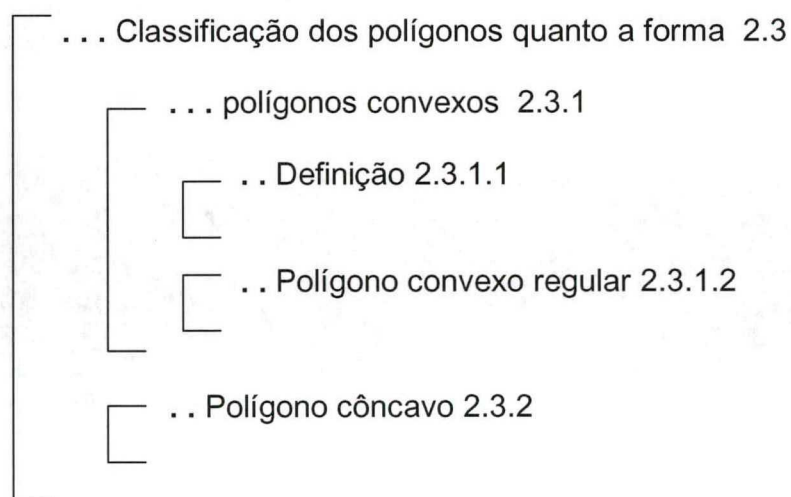


Figura 17 - Detalhamento da figura 15

... Classificação dos polígonos quanto ao número de lados 2.4

- ... Triângulo 2.4.1
- ... Quadriláteros 2.4.2
- .. Pentágono 2.4.3
- .. Hexágono 2.4.4
- .. Heptágono 2.4.5
- .. Octógono 2.4.6
- .. Eneágono 2.4.7
- .. Decágono 2.4.8
- .. Umdecágono 2.4.9
- .. Dodecágono 2.4.10
- .. Pentadecágono 2.4.11
- .. Icoságono 2.4.12

Figura 18 - Detalhamento da figura 15

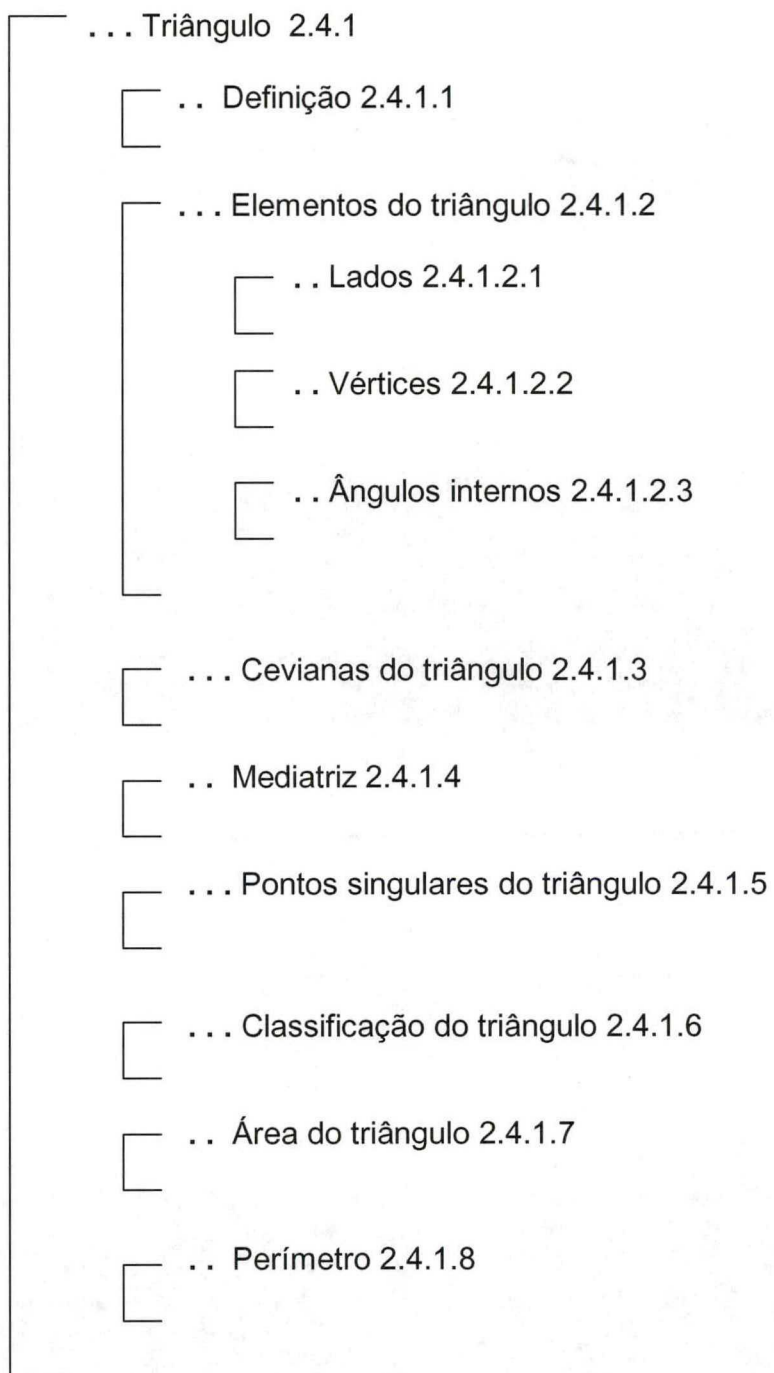


Figura 19 - Detalhamento da figura 18

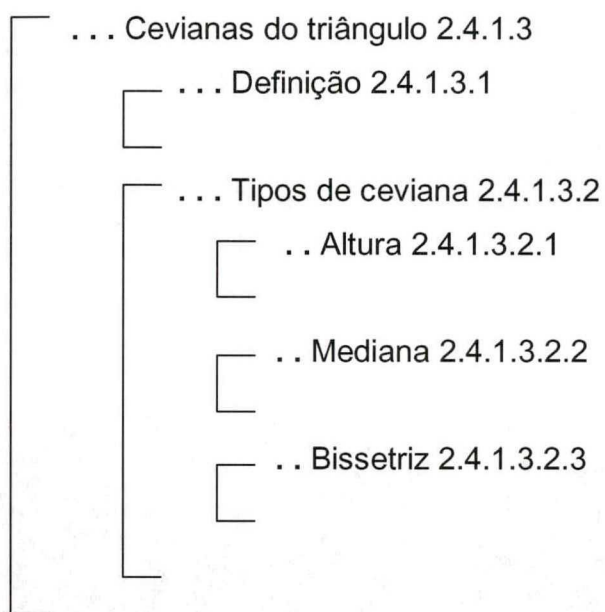


Figura 20 - Detalhamento da figura 19

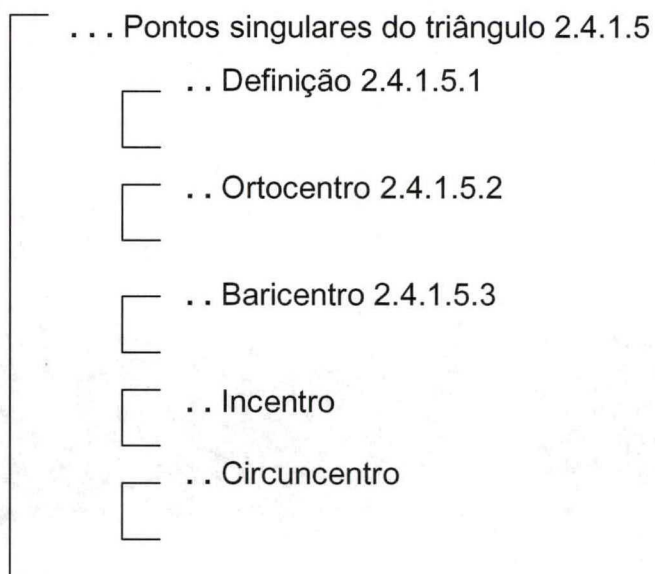


Figura 21 - Detalhamento da figura 19

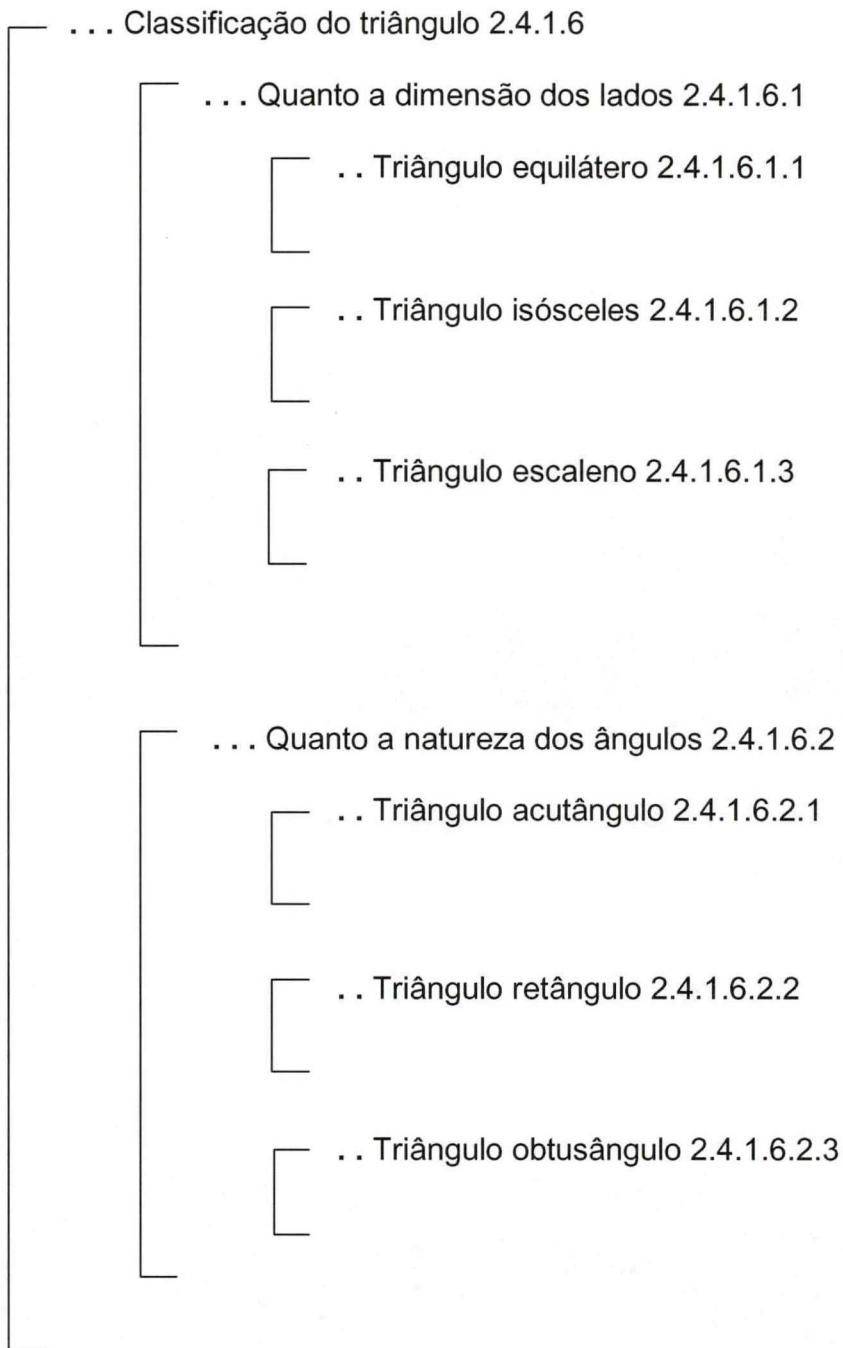


Figura 22 - Detalhamento da figura 19

4.2.5 FLUXOGRAMA DE NAVEGAÇÃO NO AMBIENTE

A inovação do projeto está na forma de trabalhar-se os conteúdos de geometria de forma integrada, possibilitando ao aprendiz observar um determinado elemento por meio de diferentes abordagens, integrando as geometrias com os movimentos da arte, tornando o projeto mais interessante e inovador.

Deste modo, analisando o fluxograma de navegação pode-se observar não só a navegação que o usuário poderá seguir construindo seu conhecimento na geometria plana, mas também as ligações que ele poderá realizar com outras geometrias, caracterizando, assim, a flexibilidade do ambiente hipermídia.

A seguir apresenta-se a navegação do usuário mediante o fluxograma de navegação no ambiente.

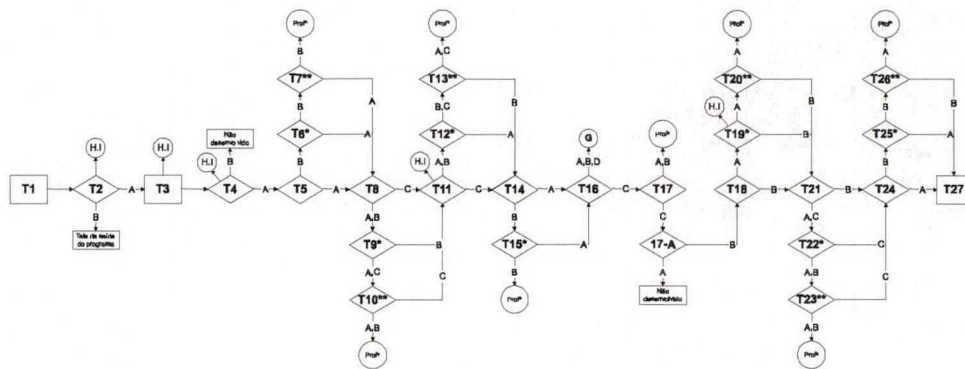


Figura 23 - trecho do fluxograma de navegação

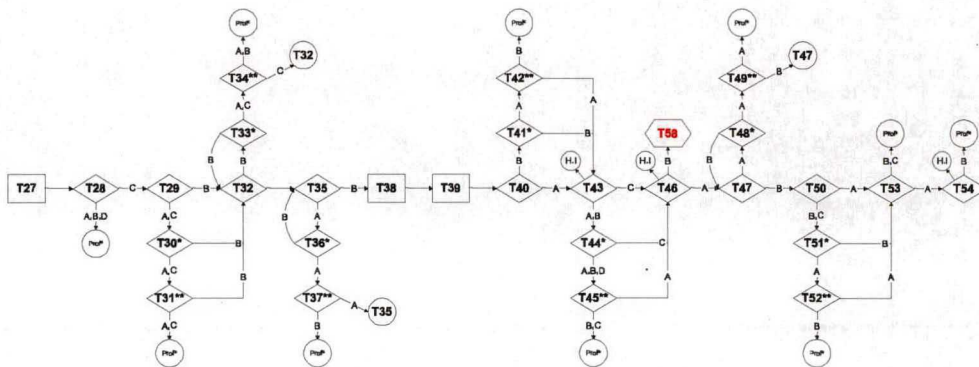


Figura 24 - trecho do fluxograma de navegação

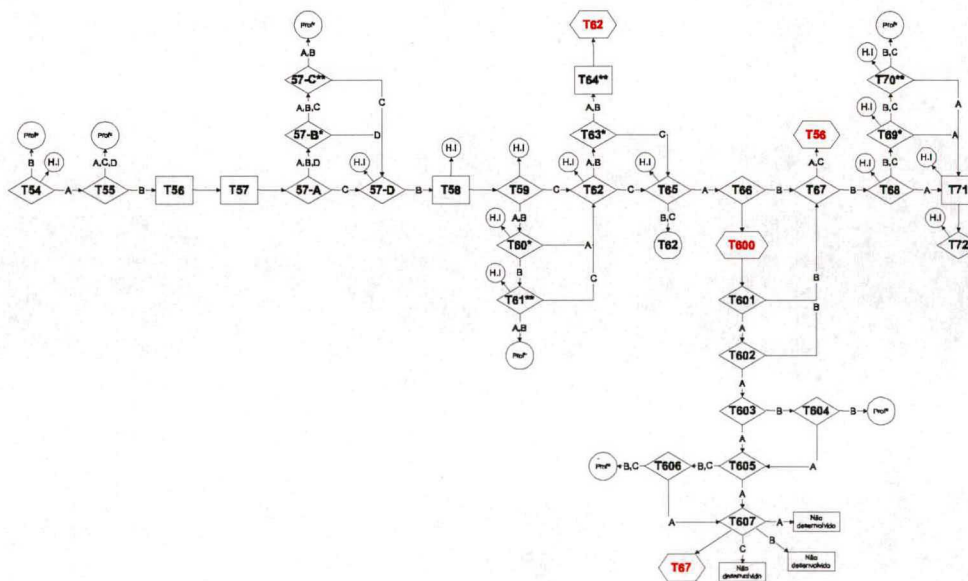


Figura 25 - trecho do fluxograma de navegação

4.2.6 Simulando a navegação do aluno no "Módulo Polígono"

Baseado na proposta de um ambiente hipermídia suportado pela teoria pedagógica construtivista, o aluno irá acessar o "Módulo Polígono" da seguinte maneira: inicialmente depara-se com uma tela que apresenta um "slyde show", mostrando diversas figuras que encontram-se no dia a dia, cujos detalhes geométricos passam despercebidos, porém, de grande importância nas ciências, nas artes e em muitas outras aplicações.

Em seguida, o aluno é convidado a analisar as figuras geométricas que compõem uma tela de Kandinsky, intitulada de "Pontas no Arco" de 1927 (figura 29). Após uma análise visual da obra o aluno é convidado a interagir com ela, e separar em dois grupos, as figuras que apresentam lados e as que são curvas (ver fluxograma T3).



Figura 29 - tela de seleção das figuras que tem lados, e as que são curvas

As palavras em destaque, no texto, são as "hot word". Estas palavras, quando clicadas, remetem o aluno para um glossário ou então fazem a ligação com outro assunto pertinente ao tema que pode ser a história da arte, se for uma personalidade com destaque no mundo artístico, para a geometria analítica e ainda, para a geometria descritiva. O estudante, pode ainda ser remetido a textos ou mídias que complementam o conteúdo estudado.

Após ter separado as figuras em dois grupos, o usuário entra na tela seguinte (figura 30), deparando-se com outra obra de arte de Kandinsky (intitulada "Composição VIII" de 1923). Depois de analisar as várias figuras que compõem esta obra de arte, o texto solicita ao aluno que opte pelo tipo de figura que deseja estudar: figuras que apresentam lados ou figuras do tipo curvas (ver fluxograma T4).

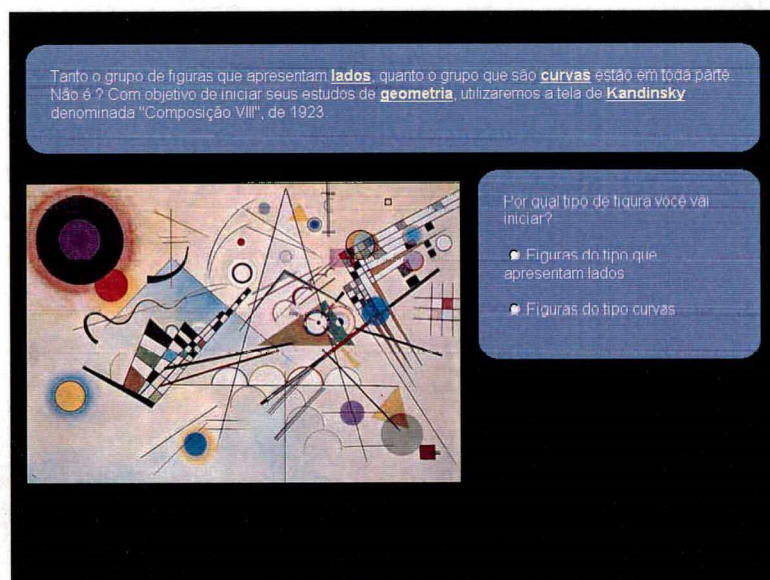


Figura 30 - tela de escolha pelo tipo de figura que o usuário irá estudar

Optando pelo estudo das figuras que tem lados, a próxima tela (figura 31), solicita que ele construa vários polígonos (ver fluxograma T5), utilizando os segmentos de reta que estão disponibilizados na tela. Após completar a operação, o texto

pergunta se o aprendiz conseguiu ou não obter os polígonos. Se responder afirmativamente ele deverá seguir naturalmente no ambiente (ver fluxograma T8). Caso responda que não conseguiu, então será encaminhado para outra tela, onde o mesmo conteúdo é apresentado de forma diferente, permitindo sua recuperação (ver fluxograma T6).

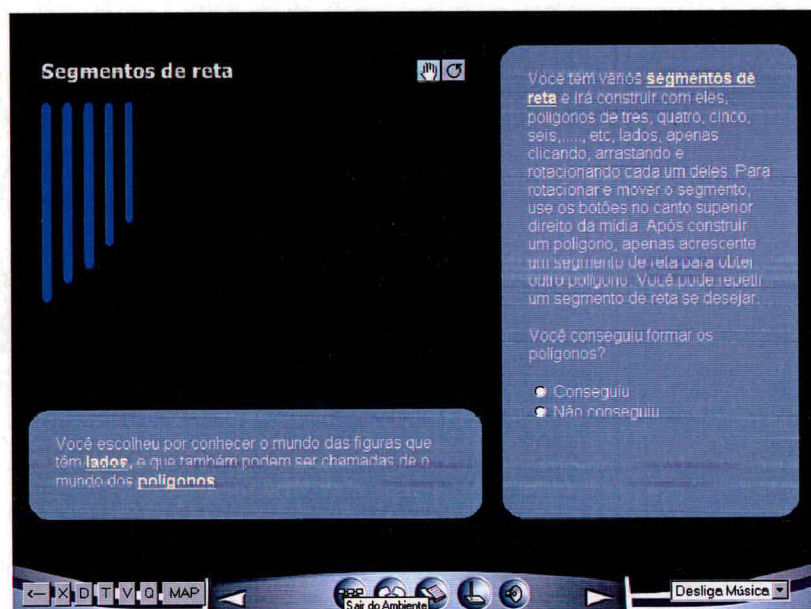


Figura 31 - tela de interação para construção dos polígonos.

Na tela que proporciona ao aluno a oportunidade de recuperação, ele deverá fazer uma experiência que consta de duas partes: na primeira, o usuário deve clicar sobre a tesoura, e esta, através de uma animação, efetuará um corte numa folha (figura 32). Na Segunda parte, o aluno deverá pegar uma folha de papel e cortá-la manualmente. A medida que ele vai cortando deverá observar o novo polígono formado, contando seus lados e verificando como é fácil brincar com geometria, seja fazendo cortes, seja realizando dobradura. Encerrada a operação, o aprendiz responderá a pergunta "você conseguiu obter os polígonos? Se conseguir, seguirá em frente no estudo dos polígonos (fluxograma T8). Se não conseguir, ainda assim, o ambiente lhe oferecerá uma nova oportunidade com outra tela sobre o mesmo assunto, porém, em um novo contexto (fluxograma T7).

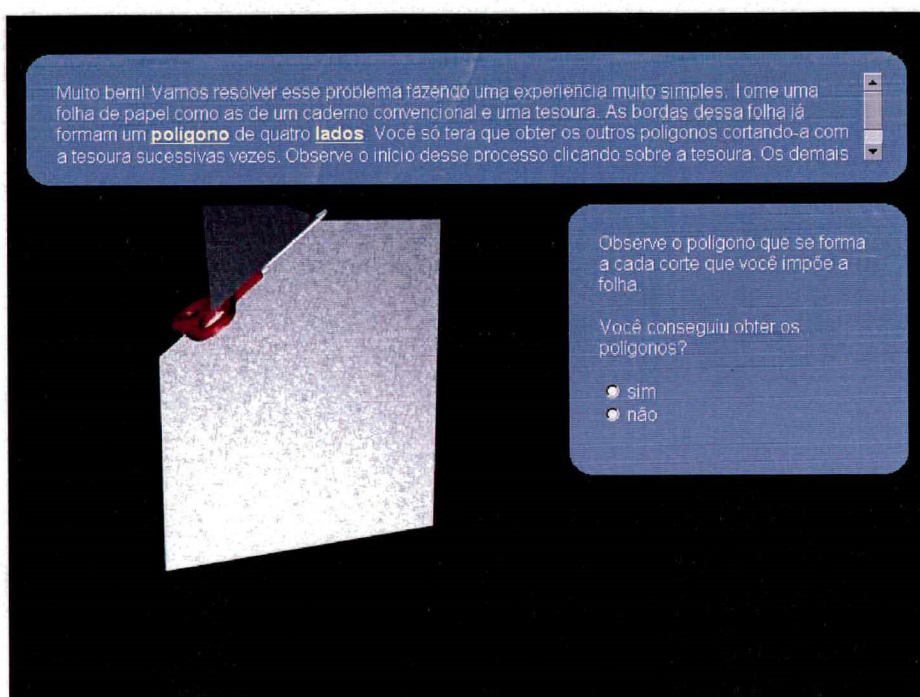


Figura 32 - Mostra um instante após ter havido um clique sobre a tesoura.

Na terceira oportunidade é apresentado uma tela com vários polígonos e seus respectivos nomes. A tarefa do aluno será clicar sobre o nome do polígono e arrastá-lo até posicioná-lo sobre o polígono correspondente (figura 33). Se o aprendiz acertar seguirá normalmente no ambiente (ver fluxograma T8), mas se não conseguir fazer a correspondência entre nome do polígono e figura, corretamente, uma mensagem deverá aparecer na tela, solicitando que ele procure pelo professor. Neste momento, o professor deverá assumir o papel de orientador, mediando o processo de ensino aprendizagem, sempre no sentido de transferir a responsabilidade da conclusão para o aluno, até que este encontre a solução, para poder seguir adiante (ver fluxograma T8).

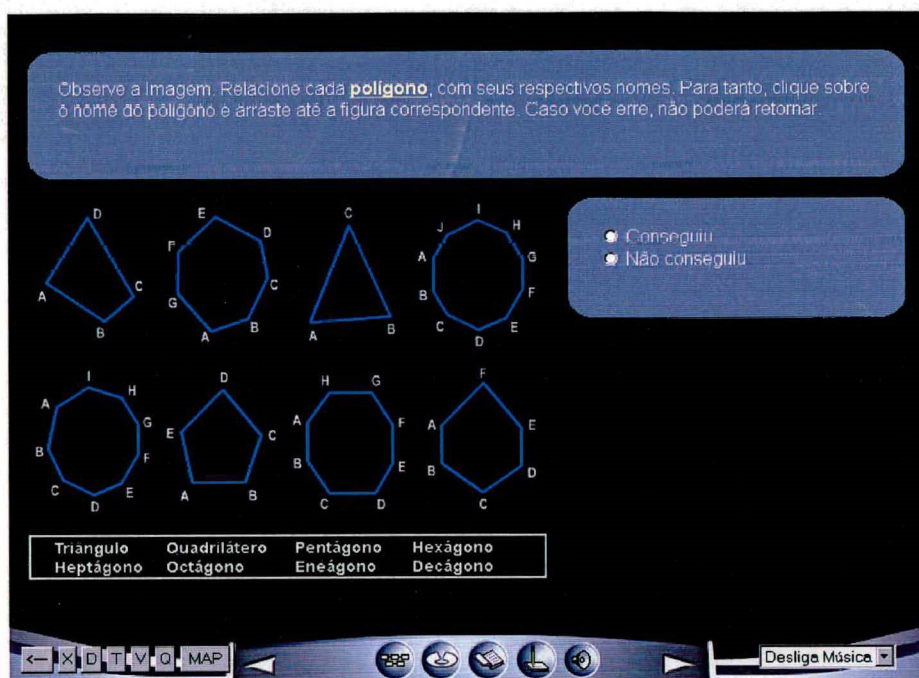


Figura 33 - O usuário deverá clicar sobre o nome do polígono e arrastá-lo até ficar sobre o mesmo, fazendo a correspondência.

Continuando a navegação numa sequência lógica de conteúdos, o aluno passa por diversas telas (conforme fluxograma apresentado na seção 4.2.5), relacionadas a polígonos, identificando lados, ângulos internos, comparando e reconhecendo polígonos côncavos e convexos. Analisa e explora ainda a figura do tangram, deduz propriedades, procurando sempre estabelecer relação entre os conhecimentos novos e os conhecimentos anteriores. Assim, faz-se com que o estudante construa o seu próprio conhecimento, com mais eficácia.

Desta maneira, o aprendiz navega pelo ambiente, até deparar-se com uma tela que possibilita, através de uma escolha, estudar um determinado tipo de polígono (figura 34).



Figura 34 - O aluno clica em triângulo e inicia seus estudos

O aluno poderá interagir com a mídia apresentada, conhecendo assim a nomenclatura dos polígonos (de 3 a 20 lados). Após conhecer estes polígonos, deverá escolher qual deles deseja conhecer mais detalhadamente.

Como nesse caso o “software” desenvolvido voltou-se para o estudo dos triângulos, segue-se uma seqüência de telas, apresentando este conteúdo, os quais são contextualizados de forma diversificada, levando o aluno a comparar triângulos (figura 35), identificar seus elementos no sentido de despertar para suas variações (figura 36), determinar a condição de sua existência (figura 37), classificá-los “quanto aos lados” e “quanto aos ângulos” (figuras 38 e 39, respectivamente), perceber sua regularidade (figura 40), deduzir teoremas (figura 41), determinar os pontos singulares através das cevianas (figura 42), construir com régua e compasso a mediatriz e a bissetriz de um ângulo (figura 43), compreender a área do triângulo a partir da área de um retângulo (figura 44), entender o teorema fundamental da equivalência de áreas (figura 45) e saber determinar seu perímetro (figura 46).

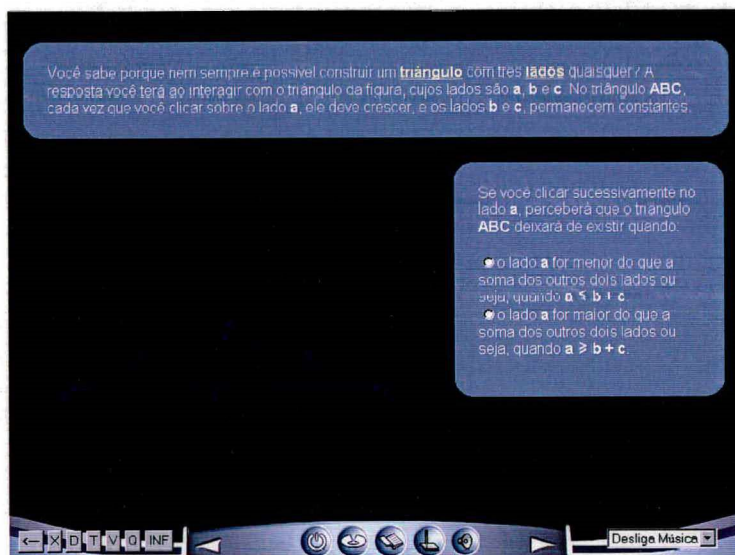


Figura 37 - Tela de conclusão da existência de um triângulo.

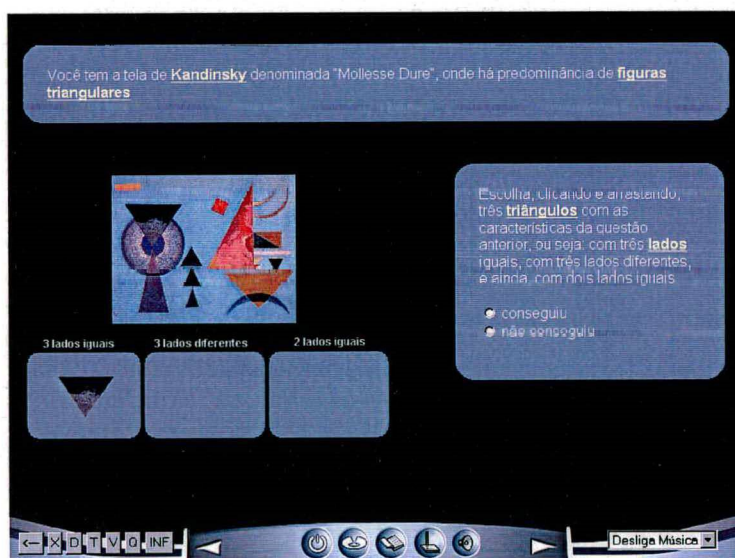


Figura 38 - Momento em que ocorreu a interação com a mídia.



Figura 39 -Compara as mídias para concluir o ângulo reto.

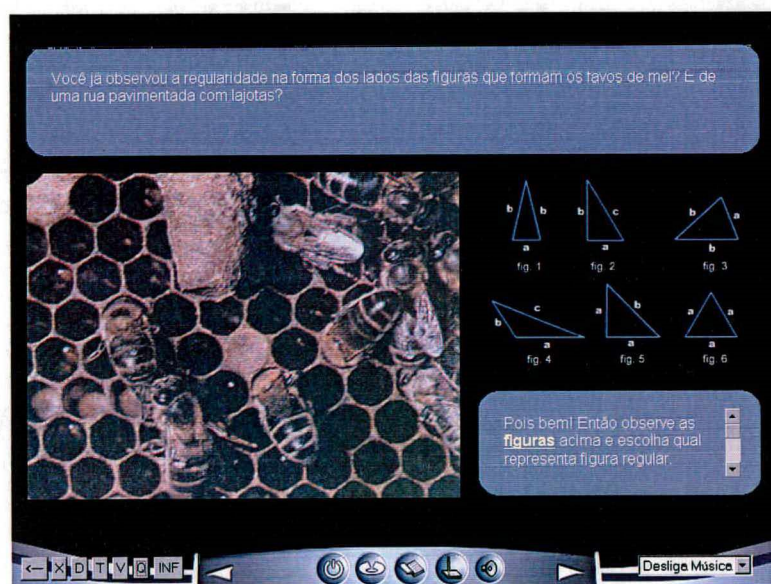


Figura 40 - Conclui sobre a regularidade dos polígonos, utilizando a natureza intuitiva das abelhas.

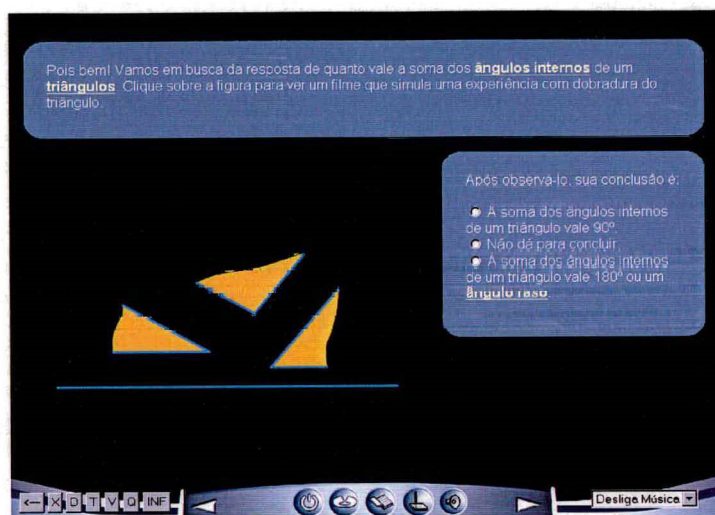


Figura 41 - Instante em que o aluno interage com um triângulo, sendo este, interceptado nos vértices, dividindo-se em três partes.

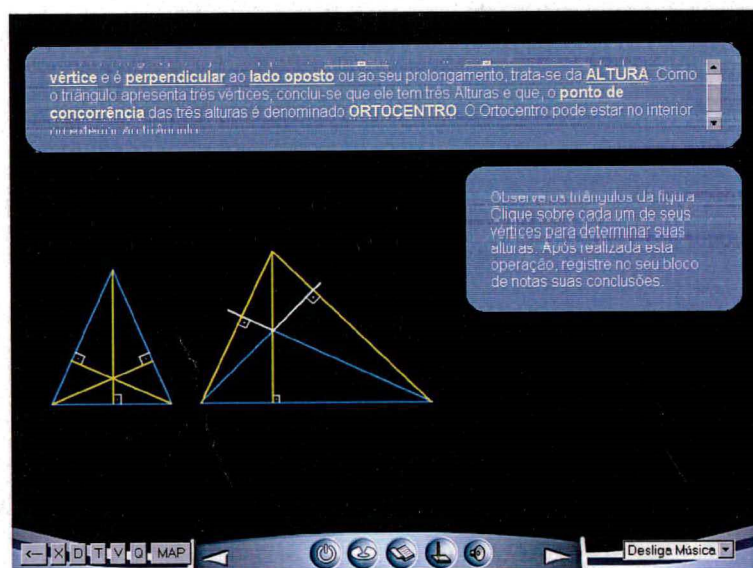
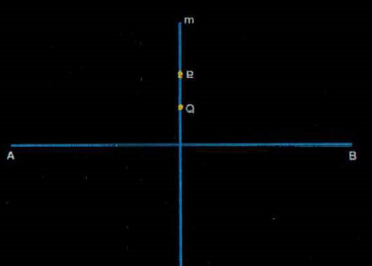


Figura 42 - Determinação do ortocentro. Momentos após a interação

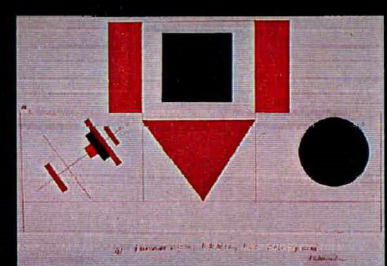
Muito bem! Você acabou de conhecer uma **reta** que é **perpendicular** a um **segmento de reta**, e que tem grande importância no estudo da **geometria** e, em particular, nos **triângulos**. Trata-se da **MEDIATRIZ**. A mediatriz é uma reta que tem a propriedade de ter todos os seus **pontos equidistantes** dos extremos de um segmento de reta.



Observe na figura a reta m , mediatriz do segmento de reta AB . Como o ponto P pertence a mediatriz, ele apresenta a propriedade de ser equidistante de A e B , assim como todos os outros pontos dessa reta. Logo, como o ponto Q está na mediatriz, ele também equidista de A e B . Seguindo esse raciocínio você poderá construir, com régua e compasso, a mediatriz de um segmento de reta. Você deseja?

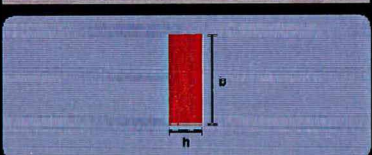
Desliga Música

Figura 43 - Mediatriz de um segmento de reta. Oportunidade para a construção da mesma.



Observe a tela de **Malevitch** intitulada "Suprematisme" de 1918. Clique no **retângulo** em destaque e arraste para fora da tela. Se a forma do retângulo é aproximadamente a de um terreno com comprimento h e largura b , então pode-se concluir que a **área** (A) do terreno (retângulo) é

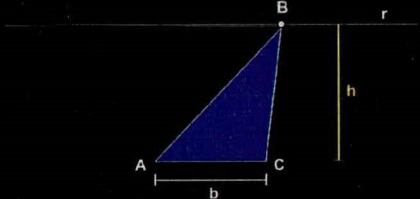
- $A = 1/2 \times (b+h)$
- $A = 2 + (b \times h)$
- $A = b \times h$



Desliga Música

Figura 44 - Instantes após o aluno ter interagido com o retângulo em destaque na tela de Malevitch, intitulada "Suprématisme".

Na figura você tem um **triângulo** ABC, cuja **área** é $A = b \times h / 2$, e uma **reta** r que é **paralela** ao lado AC. O **vértice** B do triângulo pode deslocar-se ao longo da reta r (basta clicar sobre ele e arrastar) para uma nova posição, gerando um novo triângulo.



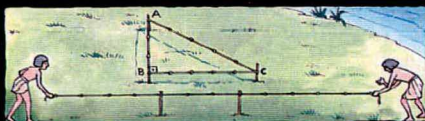
Ao deslocar o vértice B, sobre a reta r, você constatou que a área do triângulo transformado, em relação ao anterior:

- diminuiu.
- aumentou.
- permaneceu a mesma.
- não dá para concluir.

Desliga Música

Figura 45 - Mostra a interação com o triângulo ABC, proporcionando uma melhor compreensão do teorema da equivalência de áreas.

Você sabia que os **geometras** egípcios eram conhecidos pelos Gregos da era clássica como Harpoadontai (esticadores de corda), devido a sua habilidade na demarcação de terras com o uso de cordas contendo nós regularmente espaçadas? Que os Egípcios tenham conhecimento da terna pitagórica a mais elementar (3,4,5) e com este conhecimento eram capazes de traçar um



Pois bem, agora você vai responder quanto os esticadores de corda iriam gastar, caso a unidade de medida fosse o metro, para construir um **triângulo retângulo** com os valores da **terna pitagórica** (3,4,5)?

- 12 metros
- 13 metros
- 14 metros
- não foi possível concluir.

Desliga Música

Figura 46 - Utilização da imagem dos "esticadores de corda", para determinar o perímetro de um triângulo.

Finalizando pode-se dizer que esta apresentação, ocorreu de forma reduzida onde o funcionamento do ambiente hipermídia, denominado módulo polígono, teve sua navegação, exemplificada, de forma mais detalhada, através das figuras 31, 32 e 33, que correspondem no fluxograma da seção 4.2.6, as telas: T5, T6, T7.

Por outro lado, reforça-se que, caso o aluno não tenha sucesso ao responder quando for solicitado, terá nova oportunidade e, mesmo assim, se continuar a ter insucesso, terá uma terceira chance e, ainda assim, poderá ter o professor como mediador.

Nas ilustrações citadas anteriormente, aparecem, a partir da figura 34, algumas telas, cuja seqüência não levou em consideração o insucesso. São apenas uma demonstração dos tópicos abordados, com uma diversificada contextualização calcada na história da arte e, em constante desafio ao aprendiz, sempre buscando avançar na construção do conhecimento geométrico mediante conhecimentos adquiridos anteriormente, levando o aluno a ter uma aprendizagem num ambiente moderno, agradável e eficiente.

CAPÍTULO 5

Conclusões e Recomendações para Futuros Trabalhos

5.1 Conclusões

Fazendo uma breve análise da situação do ensino da geometria nas escolas verificou-se que a mesma, cada vez mais, vem se tornando o grande terror da matemática, tanto para alunos quanto para professores. Criou-se, um círculo vicioso, o professor não ensina geometria porque desconhece, e o aluno conhece este conteúdo cada vez menos.

Um outro problema detectado é que alguns professores ainda mantêm um certo grau de distanciamento ou até mesmo aversão quando são confrontados com o computador, visto que, este, representa uma ameaça, no sentido de que a máquina o substitua, motivado pela falta de domínio da ferramenta.

Na realidade, estes professores estão vivendo num clima de plena ignorância tecnológica, pois se pudessem dispor de tempo para poderem se reciclar, veriam que o computador é uma máquina burra e que só faz aquilo que se manda servindo apenas como um veículo de comunicação. E mais ainda, estes professores, se forem bem orientados pedagogicamente, entenderão melhor o computador como uma ferramenta de apoio ao aprendizado e não como um robô que vai ensinar e lhes tirar o lugar.

E o que é pior é que estes professores são oriundos do ensino tradicional, que foi desenvolvido, ao longo do tempo, para atender as exigências das chamadas tecnologias convencionais, onde o aspecto mais importante é o desenvolvimento da habilidade de coordenação motora, sendo dada pouca ênfase ao desenvolvimento do raciocínio.

Outro agravante na área educacional são os "software" encontrados, cujo paradigma educacional deixa a desejar e normalmente, não atendem as expectativas prometidas. Na maioria das vezes são apenas uma sequência de telas, não trazendo consistência pedagógica, transformando-se em meros livros eletrônicos.

Muitas escolas montam laboratórios de informática, onde o aluno faz alguns exercícios ou aulas de informática dentro do velho paradigma de ensinar sem adaptar as disciplinas a nova realidade.

Nesta perspectiva o computador se transforma num recurso tecnológico semelhante a um retroprojeto, pois é usado para transmitir informações não contribuindo para a interação, mas se tornando apenas num veículo de transmitir ou de passar informações, reproduzindo o velho esquema de ensinar.

Pode-se afirmar ainda que ambientes informatizados promovem uma reflexão sobre o uso da tecnologia e suas contribuições no campo educacional, desafiando e atualizando o educador para uma ação aplicada no processo de ensino-aprendizagem.

Por outro lado, a revolução tecnológica e científica mudou muito a sociedade e a utilização de novos paradigmas educacionais, no processo de ensino aprendizagem, tem contribuído de maneira expressiva na criação de ambientes virtuais de aprendizagem. Nestes ambientes o aluno é o agente, é quem dirige o processo de aprendizagem e o professor, indispensável que é, torna-se um mediador, o grande alavancador do processo, sendo aquele que motiva o aluno com analogias, suposições, inspirando-o e sempre devolvendo-lhe perguntas, transformando o ambiente escolar em um verdadeiro ambiente socrático.

Vive-se num processo dinâmico de revolução dos conhecimentos e de habilidades e treinamento profissional, para acomodar-se as novas exigências sociais. A

mudança dos processos produtivos exige um profissional que tenha desenvolvido novos requisitos intelectuais como: capacidade de aprender, desenvolvimento do raciocínio abstrato e do pensamento lógico-dedutivo. A tendência é que a demanda por conhecimento, qualificação, atualização e treinamento profissional continue num processo ascendente.

O computador pode e deve ser usado como instrumento de construção do saber proporcionando ao aluno e professores a busca de novos conteúdos e estratégias para incrementar o nível de conhecimento de que já são possuidores e também enfrentar novos desafios de aprendizagem buscando não só a interação professor/aluno, mas também aluno/aluno.

Programas educacionais informatizados, com base em uma teoria pedagógica bem fundamentada, contextualizados com mídias adequadas, e utilizando-se de uma metáfora apropriada, só trarão benefícios para o processo de ensino aprendizagem, pois estes "softwares", diminuem a carga cognitiva imposta aos alunos quando comparados a sistemas convencionais.

Entretanto, o computador, enquanto tecnologia de ensino por si só não garante a aprendizagem. Há necessidade de uma mudança de paradigma, pois corre-se o risco de usar a tecnologia nova incorporada a velhos modelos didáticos/pedagógicos, ou seja, modelos tradicionais onde o professor ensina conforme aprendeu, isto porque assimilou crenças e valores sobre o ensino elaborado ao longo do tempo.

A utilização de computadores na educação é muito diversificada, interessante e desafiadora, do que simplesmente o ato de transmitir informação ao aprendiz.

Sistemas hipermídias aumentam a comunicação e a rapidez, não têm pressa, não julgam, não insultam e são dotados de paciência infinita, permitindo que o aluno

não se iniba quando colocado diante de uma resposta negativa ou então na tentativa de corrigir um erro recorrente.

Assim, pelo exposto e diante dos problemas detectados no ensino no Brasil, e em particular, no ensino da geometria, já mencionados em capítulos anteriores, está-se colocando a disposição dos meios educacionais um ambiente moderno de aprendizagem de geometria plana, denominado de "Módulo Polígono", baseado em princípios de interatividade e hipermídia onde, através de um passeio no tempo o aluno interage com a dimensão geométrica inserida nas obras de arte, não só analisando-as e trasladando-as, mas sobretudo, modificando-as como se estivessem realizando uma experiência real, como se penetrassem na intimidade dessa dimensão tão rica e aumentando-lhes as fronteiras do seu raciocínio abstrato e espacial.

A geometria está em toda parte, basta possuir um o olhar crítico de um geometra como, Vassili Kandinsky, Kazimir Malevich e outros que não se furtaram em fazer arte combinando: triângulos, retângulos, quadrados, circunferências, círculos, linhas, ângulos e etc.

Assim, o ambiente "Módulo Polígono" proporciona ao aluno não só resolver problemas geométricos, fazer conexões entre as geometrias, a partir da exploração dos objetos do mundo físico como obras de arte, mas também olhar ao seu redor e perceber formas procurando representá-las afim de descobrir padrões geométricos na natureza e nas artes, mas também diminuindo a carga cognitiva que lhe é imposta quando diante de um problema de natureza geométrica.

5.2 Recomendações para futuros trabalhos

Como sugestão para futuros trabalhos pode-se sugerir:

-desenvolvimento, ainda, no campo da geometria bidimensional, de outros módulos semelhantes a este como um módulo polígono para quadriláteros, e também um módulo para circunferência;

-implementar diferentes agentes pedagógicos tratando deste assunto;

-analisar o conteúdo desenvolvido, em situação de ensino aprendizagem.

-Validar o ambiente em situação de aprendizagem.

BIBLIOGRAFIA REFERENCIADA

AABOE, Asger. **Episódios da História Antiga da Matemática**. S.B.M, 1984.

ALMEIDA, Fernando José, VALENTE, José Armando. **Revista Brasileira de Informática na Educação**. Florianópolis, nº 01,1997.

ARGAN, Giulio Carlo. **Arte Moderna**. São Paulo: Companhia das Letras, 1992. In: Oliveira, Vera B. **Informática em Psicopedagogia**. São Paulo: Editora SENAC, 1996. p. 85 - 110.

BAIRON, Sérgio. **Multimídia**. Editora Global, 1995.

BARKER, Stephen F. **Filosofia da Matemática**, Rio de Janeiro, Zahar Editores, 1976.

BELLI, Mauro José. **Aplicação de Tecnologias de Inteligência Artificial e de Realidade Virtual para a construção de um Ambiente Virtual para a Alfabetização Infantil**. Florianópolis, 1999. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina).

BOYER, Carl Benjamin. **História da Matemática**. São Paulo, Edgard Blucher, 1974.

CASAS, Luis Alberto Alfaro. **Ensino Assistido por Computador: Modelagem de um Gerador de Materiais Educativos Computadorizados num ambiente de Multimídia**. Florianópolis, 1994. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina).

CHAVES, O. Eduardo. **Multimídia: Conceituação, Aplicações e Tecnologia**. São Paulo, People Computação Ltda, 1991.

EVES, Howard. **Introdução à História da Matemática**. São Paulo, Editora da UNICAMP, 1997.

FERRÉS, Joan. "Não basta usar ferramentas tecnológicas, é preciso criar um ambiente multimídia em sala de aula". In: PÁTIO. Ano 3, nº9 Maio/julho99 p. 25 – 27. Porto Alegre: ARTMED, 1999.

FLORIANÓPOLIS. S.M.E.. Breve Histórico do projeto de Informática Educativa na Rede Municipal de Ensino. Convênio Proinfo MEC/SEED Nº058/98. In: **Laboratório de Informática: Registrando Experiências**. Florianópolis: Prefeitura Municipal de Florianópolis, s/d, p. 9 – 11.

GONÇALVES, Marília Matos. **Ambiente Hipermídia como Auxiliar na Aprendizagem de geometria Descritiva**. Florianópolis, 1999. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina).

GUELLI, Oscar. **Contando a História da Matemática**. Editora Ática, São Paulo, 1993.

KOEHLER, C. **Uma Abordagem Probabilística para Sistemas Especialistas**. Florianópolis, 1998. Dissertação (Mestrado em Ciência da computação, Universidade Federal de Santa Catarina).

LIMA, Lauro de Oliveira. **Piaget para Principiantes**. São Paulo: Sumus, 1980.

LITTO, Fredric M. **Repensando a Educação em função de Mudanças Sociais**.

MARTIN, James. **Hiperdocumentos e como criá-los**. Rio de Janeiro: Campus, 1992.

MILIES, Francisco César Polcino, BUSSAB, José Hugo de Oliveira. **A Geometria na Antiguidade Clássica**. São Paulo, FTD, 1999.

OLIVEIRA, Ramon de. **Informática Educativa**. São Paulo, Papirus, 1997.

PROINFO. **Programa Nacional de Informática na Educação**. Capturado em 27/06/2000. On line. Disponível na internet. <http://www.proinfo.gov.br>.

RITTER, James. **As fontes do número**. O Correio da Unesco, Rio de Janeiro, nº1, p. 12 – 17, Janeiro, 1990.

SANCHO, Juana Maria. **Para uma Tecnologia Educacional**. Porto Alegre: Artemed, 1998.

SILVA, Fabiana Maria Mendes Chagas. **Mini Curso sobre Arquitetura de Agentes Inteligentes**. URL:<http://www.di.ufpe.br/~fmmcs/agentes/resumo.html>. (acessado em 05/10/2000).

SILVA, Júlio César da. **Sistemas Especialistas Conjugados a um Sistema CAD para Avaliar os Conhecimentos de um estudante sobre Cotagem no desenho Técnico**. Florianópolis, 1994. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina).

SOUZA, Antônio Carlos. **Considerações Metodológicas sobre a Elaboração de Cursos de Ensino a Distância: O Exemplo de um Curso de CAD Suportado pela Internet**. Florianópolis, 1999. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina).

TAJRA, Sanmya Feitosa. **Informática na Educação: Novas Ferramentas Pedagógicas para o professor da atualidade.** São Paulo: Érica, 2000.

ULBRICHT, Vania Ribas. **Modelagem cognitiva em vista da concepção do módulo avaliação do estudante de um sistema de ensino inteligente auxiliado por computador para geometria descritiva.** Florianópolis, UFSC, 1992. Dissertação (Mestrado em Engenharia de produção) Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Universidade Federal de Santa Catarina, 1992.

ULBRICHT, Vania Ribas. **Modelagem de um Ambiente Hipermídia de Construção do Conhecimento em Geometria Descritiva.** Florianópolis, UFSC, 1997. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção). Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Universidade Federal de Santa Catarina, 1997.

VALENTE, José Armando. **Diferentes Usos do Computador na Educação.**
URL: http://www.proinfo.gov.br/prf_txtie2.htm. (acessado em 12/006/2001).

VANZIN, Tarcisio, ULBRICHT, Vania Ribas. **Geometria e Hipermídia.** Gráfica 2001, pg.6.

VIEIRA, Fábila Magali Santos. **A Utilização das Novas Tecnologias na Educação Numa Perspectiva Construtivista.**
URL: <http://www.proinfo.gov.br/txnovatec.htm>. (acessado em 12/06/2001).

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

ALVES, Adriana Gomes. **Agentes Cognitivos como Guias de Mundos Lúdicos Virtuais**. Florianópolis, 1999. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina).

BARRETO, Jorge Muniz. **Inteligência Artificial no Limiar do Século xx**. Florianópolis: ppp Edições, 1997.

BITTENCOURT, Guilherme. **Inteligência Artificial: Ferramentas e teorias**. Florianópolis: Ed. da UFSC, 1998.

DOLCE, Osvaldo, POMPEO, José Nicolau. **Fundamentos de Matemática Elementar**. São Paulo: Atual, vol. 9, 1985.

FARACO, Rafael Avila. **Uma Arquitetura de Agentes para Negociação dentro do Domínio do Comércio Eletrônico**. Florianópolis, 1998. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina).

FLEISCHHAUER, Luciana Irene Amaral. **O Uso da Tecnologia de Agentes na Integração da Programação da Produção**. Florianópolis, 1996. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina).

LÉVY, Pierre. **As Tecnologias da Inteligência**. Rio de Janeiro: Ed 34, 1993.

LIMA, Elon Lages. **Medida e Forma em Geometria**. Rio de Janeiro: Graftex, 1991.

MARMO, Carlos, MARMO, Nicolau. **Desenho Geométrico**. São Paulo: Scipione, 1994.

PIAGET, Jean e INHELDER, Barbel. **A representação do espaço na criança.** Porto Alegre. Artes Médicas, 1993.

PINHEIRO, Virgílio Athayde. **Geometrografia.** Rio de Janeiro: Bahiense, 1974.

Putnoki, José Carlos. **Elementos de Geometria & Desenho Geométrico.** São Paulo: Scipione, 1991.

RABUSKE, Renato Antônio. **Inteligência Artificial.** Florianópolis: Ed. da UFSC, 1995.

SILVA, Valdete Teixeira da. **Módulo Pedagógico para um Ambiente Hipermídia de Aprendizagem.** Florianópolis, 2000. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina).

SOUZA, Delmar Carvalho de. **Hipermídia Aplicada ao Ensino Técnico de Nível Médio.** Florianópolis, 1998. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina).

SOUZA, Patrícia Cristiane de. **Sistema de Autoria para Construção de “Adventures” Educacionais em Realidade Virtual.** Florianópolis, 1997. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação, Universidade Federal de Santa Catarina).

TEIXEIRA, João de Fernandes. **Mentes e Máquinas: Uma Introdução à Ciência Cognitiva.** Porto Alegre: Artes Médicas, 1998.

WAGNER, Eduardo. **Construções Geométricas.** Rio de Janeiro: Graffex, 1993.