

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

Carlos Alberto Cecatto

**DESENVOLVIMENTO DE UM AMBIENTE HIPERMÍDIA
PARA O ENSINO DOS POLIEDROS DE PLATÃO,
REGULARES E CONVEXOS**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Florianópolis

2002

Carlos Alberto Cecatto

**DESENVOLVIMENTO DE UM AMBIENTE HIPERMÍDIA
PARA O ENSINO DOS POLIEDROS DE PLATÃO,
REGULARES E CONVEXOS**

**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**

Orientadora: Profª Vania Ribas Ulbricht, Dra.

Florianópolis

2002

Carlos Alberto Cecatto

**DESENVOLVIMENTO DE UM AMBIENTE HIPERMÍDIA
PARA O ENSINO DOS POLIEDROS DE PLATÃO,
REGULARES E CONVEXOS**

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, 08 de Abril de 2002

Profº Ricardo Miranda Barcia, Ph.D.
Coordenador do Programa

Banca Examinadora

Profª Vania Ribas Ulbricht, Dra.
Orientadora

Elson Manoel Pereira, Dr.

Eduardo Felix Romaneli, Dr.

DEDICATÓRIA

Este trabalho é dedicado à Amália Cecatto, minha Mãe, pelo grande exemplo de vida, pela sua dedicação e amor

AGRADECIMENTOS

A Deus, que sempre foi muito generoso comigo.

À minha noiva, Cristiane Vieira Vidal, pelo amor, carinho, incentivo de todas as horas e pela compreensão à minha ausência.

À minha família que sempre acreditou em mim e serviu como motivo de superação;

À professora Vania Ribas Ulbricht, que muitas vezes foi mais amiga do que orientadora e soube conduzir este trabalho com competência e profissionalismo.

Aos colegas do HiperLab (Laboratório de Ambientes HiperMídia para Aprendizagem) que sempre estiveram dispostos a ajudar e foram fundamentais para a concretização deste trabalho.

A todos os amigos, que não me atrevo a listar, foram todos especiais, de uma forma ou de outra contribuíram para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	vii
RESUMO.....	xi
ABSTRACT.....	xii
1. Introdução.....	13
1.1 Apresentação do tema de pesquisa.....	13
1.2 Justificativa.....	14
1.3 Objetivos.....	15
1.3.1 Objetivo Geral.....	15
1.3.2 Objetivos Específicos.....	15
1.4 Limitações.....	16
1.5 Metodologia.....	16
1.6 Estrutura do Trabalho: Descrição dos Capítulos.....	16
2. Poliedros de Platão, Regulares e Convexos.....	19
2.1 Introdução.....	19
2.2 História dos Sólidos Platônicos	19
2.3 Fundamentos Teóricos.....	21
2.4 Superfícies.....	21
2.4.1 Introdução.....	21
2.4.2 Definições.....	22
2.4.3 Classificação das Superfícies.....	24
2.4.3.1 Superfície não Geométrica.....	25
2.4.3.2 Superfície Geométrica.....	26
2.4.3.2.1 Superfícies Regradas Desenvolvíveis.....	27
2.4.3.2.1.1 Superfície Poliédrica (Poliedros).....	27
2.4.3.2.1.1.1 Poliedros de Platão.....	29
2.4.3.2.1.1.1.1 Poliedros de Platão, Regulares.....	29
2.4.3.2.1.1.1.1.1 Poliedros Regulares Estrelados.....	30
2.4.3.2.1.1.1.1.1.2 Superfície Poliédrica Convexa.....	30
2.5 Conclusão.....	38
3. A Educação no novo milênio e novas tecnologias.....	39
3.1 Quando e como se inicia a educação: construção dos processos mentais.....	39
3.2 Como se processa a aprendizagem: no indivíduo.....	40
3.3 Aprender é para a vida.....	42
3.4 Necessidade de reformular a educação.....	45

3.5 Educação na era da informação.....	52
3.6 O que as novas tecnologias podem ajudar e estão ajudando na educação: processos mentais	55
3.6.1 Teleducação mediada pelo computador.....	56
3.6.2 A Internet.....	57
3.6.3 a Internet e a educação.....	59
3.7 Anseios tecnológicos X Anseios humanísticos.....	60
3.8 Conclusão.....	62
4. Descrição do ambiente proposto.....	64
4.1 Introdução.....	64
4.2 Hipermídia.....	64
4.3 Metodologia utilizada na construção do ambiente.....	65
4.4 Revisão e estruturação do conteúdo.....	66
4.5 O acesso ao ambiente de ensino e a navegação.....	68
4.5.1 Fluxograma do software “Poliedros de Platão, Regulares e convexos	69
4.6 Simulando a navegação.....	74
4.7 Conclusão	86
5. Considerações finais e recomendações para trabalhos futuros	87
5.1 Considerações finais.....	87
5.2 Recomendações para trabalhos futuros.....	90
6. Bibliografia Referenciada.....	91
7. Bibliografia Consultada.....	95
8. Anexo.....	97

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1	Superfície poliédrica convexa	23
Figura 2.2	Superfície poliédrica côncava	23
Figura 2.3	Parabolóide de revolução cuja equação é $x^2 + y^2 = 4z$	23
Figura 2.4	Plano $y = k, k > 0$	23
Figura 2.5	Classificação das superfícies	24
Figura 2.6	Superfície não geométrica	25
Figura 2.7	Cilindro de revolução	26
Figura 2.8	Parabolóide de revolução	26
Figura 2.9	Poliedro de 7 faces	28
Figura 2.10	Poliedro de 5 faces	28
Figura 2.11	Poliedro de 16 faces	28
Figura 2.12	Poliedro de 10 faces	28
Figura 2.13	Poliedro limitado convexo aberto	31
Figura 2.14	Poliedros limitados convexos e fechados	31
Figura 2.15	Um poliedro convexo e um poliedro não convexo	32
Figura 2.16	Um poliedro não convexo e não Euleriano	33
Figura 2.17	Tetraedro regular e sua planificação	36
Figura 2.18	Hexaedro regular (cubo) e sua planificação	36
Figura 2.19	Octaedro regular e sua planificação	37
Figura 2.20	Dodecaedro regular e sua planificação	37
Figura 2.21	Icosaedro regular e sua planificação	37
Figura 2.22	Paralelepípedo	38
Figura 4.1	Organograma metodológico (figura modificada)	66
Figura 4.2	Estrutura do Geometrando – Caminhando no tempo com a geometria	68
Figura 4.3	Fluxograma do Software “Poliedros de Platão: caso particular Cubo	70

Figura 4.4	Tela nº 69 - Introdução ao assunto dos sólidos platônicos	75
Figura 4.5	Tela nº 70 - Identificando 1ª propriedade: nº de arestas por face	75
Figura 4.6	Tela nº 71 - Identificando o erro cometido na tela 70	76
Figura 4.7	Tela nº 73 - sólido planificado mostrando que as faces diferem	77
Figura 4.8	Tela nº 72 – identificando que o sólido não possui em cada face o mesmo nº de arestas	77
Figura 4.9	Tela nº 74 - identificando 2ª propriedade: nº de vértice por aresta	78
Figura 4.10	Tela nº 77 - Identificando a 3ª propriedade: relação de Euler	79
Figura 4.11	Tela nº 75 - identificando que o sólido não possui em cada vértice o mesmo nº de arestas	79
Figura 4.12	Tela nº 92 - identifica os cinco sólidos platônicos	80
Figura 4.13	Tela nº 1 - escolha de um sólido para estudo	80
Figura 4.14	Tela nº 15 - escolha de qual assunto do hexaedro estudar	81
Figura 4.15	Tela nº 8 - introdução ao assunto da área da superfície do cubo	81
Figura 4.16	Tela nº 9 - cálculo da área da superfície do cubo	82
Figura 4.17	Tela nº 10 - identificar como o usuário chegou a resposta correta na tela 9	83
Figura 4.18	Tela nº 11 - identificando qual erro foi cometido na tela 9	83
Figura 4.19	Tela nº 12 - identificando que o caminho para a solução está correto embora a resposta não esteja	84
Figura 4.20	Tela nº 13 - identificando caminho utilizado para a solução do problema proposto na tela 9	85
Figura 4.21	Tela nº 14 - identificar como o usuário chegou a resposta correta na tela 9	85
Figura A.1	Esquema de participação de diferentes áreas na composição do Geometrando	100
Figura A.2	Estrutura do Geometrando – Caminhando no tempo	

	com a geometria	104
Figura A.3	Esquema da ESTRUTURA DO ACESSO 1	107
Figura A.4	Esquema da ESTRUTURA DO ACESSO 2	108
Figura A.5	Esquema da ESTRUTURA DO ACESSO 3	108
Figura A.6	Esquema da ESTRUTURA DO ACESSO 4	109
Figura A.7	Esquema da ESTRUTURA DO ACESSO 5	109
Figura A.8	Esquema da ESTRUTURA DO ACESSO 6	110
Figura A.9	Esquema da ESTRUTURA DO ACESSO 7	110
Figura A.10	Esquema da ESTRUTURA DO ACESSO 8	111
Figura A.11	Esquema da ESTRUTURA DO ACESSO 9	111

RESUMO

CECATTO, Carlos Alberto. Desenvolvimento de um ambiente hipermídia para o ensino dos Poliedros de Platão, Regulares e Convexos. 2002. 110f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis.

Alguns conteúdos de Matemática, mais especificamente os de Geometria, com o passar do tempo, com as reformas educacionais, foram abandonados dos programas de ensino. Este abandono é motivado, principalmente, pela falta de preparo dos profissionais. A proposta do *software* “GEOMETRANDO – Caminhando no tempo com a Geometria”, é apresentada como uma possibilidade de resgatar, via ensino auxiliado pelo computador, o ensino de geometria. O ensino de geometria, é parte fundamental no processo de aprendizagem, dadas as características particulares para a formação do raciocínio, da imaginação e das relações espaciais do indivíduo. Este trabalho apresenta o desenvolvimento do ambiente hipermídia para o ensino da geometria espacial – módulo poliedros de Platão, utilizando como metáfora a história da arte, onde o usuário, através de um passeio no tempo, vai interagir com telas que possuem obras de grandes pintores como Salvador Dali, Juan Miró, Carlo Carrà, Maurits C. Escher, entre outros, favorecendo a aprendizagem da geometria. Apresentar um ambiente de ensino, auxiliado pelo computador, onde o usuário possa interagir com os objetos, ampliar, rotacionar, explodir os objetos para ver suas partes, torna-se o grande diferencial desta proposta.

Palavras-chave: Hipermídia, Geometria, Aprendizagem

ABSTRACT

CECATTO, Carlos Alberto. Desenvolvimento de um ambiente hipermídia para o ensino dos Poliedros de Platão, Regulares e Convexos. 2002. 110f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis.

The mathematics contents, more specifically that of Geometry, during the last years, with the educational reformations were abandoned from teaching programmes. This abandonment is motivated, especially, by the absence of competence of educators. The Geometrando's software proposal – “Walking across the Time with The Geometry”, is presented like a possibility to retrieve the teaching of Geometry using computer aided teaching. The teaching of Geometry is an essential part in the teaching process, knowing the particular features to elaborate the ratiocination, imagination and the spatial relations of the individual. This dissertation shows the development of a hypermedia environment to Spatial Geometry teaching (Plato's polyhedron), using the Art History like a metaphor, where the user through a journey across the time will interact with the software screens that include paintings from the great world master painters like Salvador Dalí, Juan Miró, Carlo Carrà, Maurits C. Escher, and many other, facilitating the Geometry Teaching. The big difference of this proposal is to introduce a computer aided teaching environment where the user can interact with objects, scale, rotate and explode them to see their parts.

Key-words: Hypermedia, Geometry, Teaching.

CAPÍTULO 1: INTRODUÇÃO

1.1 Apresentação do Tema de Pesquisa

A promulgação da lei 5692/71 dá liberdade para as escolas, de escolher seus programas de ensino, baseados na necessidade da sua clientela. No caso das escolas públicas, os professores sentindo-se inseguros quanto a abordagem de assuntos relacionados a geometria, passaram a suprimi-los da sua programação. O mesmo não aconteceu nas escolas militares e particulares, ditas escolas de “elite”. Garantindo à estes uma melhor formação e, conseqüentemente, galgando os postos de destaque na sociedade (Pavanello, 1993).

Este quadro, de abandono do ensino de geometria na maioria das escolas, gerou um contingente de alunos que não consegue fazer as mais simples distinções entre figuras planas e espaciais. Para grande parte das pessoas, um quadrado, figura plana, pode significar um cubo, figura espacial, e o oposto, também é verdadeiro.

Ainda segundo Pavanello (1993, p. 16), existe “a necessidade de investimentos em pesquisa sobre metodologias mais apropriadas para a abordagem desses conteúdos e em ações destinadas a proporcionar aos professores condições para a melhoria da qualidade desse ensino”.

O computador, enquanto ferramenta de ensino, aparece aqui como uma possibilidade fantástica para modificar esta realidade. O acesso aos meios de comunicação estão mais distribuídos, permitindo uma maior abrangência no processo de socialização do conhecimento.

Criar propostas que busquem resgatar o ensino de geometria nas escolas, começa pela formação e capacitação do profissional de educação. O professor dentro desta proposta exerce um papel importante, sendo o mediador entre o conhecimento disponibilizado pela ferramenta informática e o aluno, para tanto, deve acima de tudo, estar preparado para exercer dois papéis fundamentais: primeiro deter o

conhecimento do conteúdo de geometria e segundo estar aberto a utilizar a informática.

1.2 Justificativa

O processo de globalização, exige dos países uma qualificação permanente de sua força de trabalho. Os meios de produção, para garantir a competitividade, que agora atravessa fronteiras intercontinentais, tornam-se cada vez mais informatizados. Preparar a sociedade, como um todo, para este mercado é função da universidade.

Demo (1996, p. 114) ainda destaca que “a qualidade da universidade será, cada vez mais, retratada também nas iniciativas que tomar a *serviço da sociedade*, demonstrando para além da construção do conhecimento, utilidade prática”. Entre elas:

- socialização do conhecimento construído;
- educação a distância;
- cursos de formação permanente;
- pesquisa básica ligada a pesquisa operacional;
- fomento a criatividade empresarial;
- humanização do progresso.

No entanto, apenas alguns destes aspectos serão ressaltados nesta pesquisa, entre eles:

- socialização do conhecimento construído: a universidade deve colocar a disposição de todos o conhecimento que constrói. Dentre as formas de divulgação, uma das mais efetivas, é a forma eletrônica de comunicação;
- educação a distância, sobretudo a disposta por meios eletrônicos que possibilita a disseminação de “*software*” de ensino, neste caso em particular de geometria;
- cursos de formação permanente: a primeira necessidade volta-se para profissionais da ativa que reclamam capacitação e atualização, tanto na esfera privada quanto na pública. Se a universidade for vanguarda do

conhecimento, será procurada incessantemente por quem necessita de competência sempre atualizada.

Desta forma, torna-se relevante desenvolver uma proposta que procure satisfazer as necessidades práticas enumeradas anteriormente.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo Geral

O objetivo geral deste trabalho é:

Desenvolver um ambiente hipermídia para o ensino dos “Poliedros de Platão, Regulares e Convexos”, utilizando como metáfora a história da arte e como proposta pedagógica o construtivismo. Permitindo a inserção deste ambiente no projeto maior “GEOMETRANDO – Caminhando no Tempo com a Geometria”.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Desenvolver a parte teórica sobre os Poliedros de Platão, Regulares e Convexos.
- Analisar as necessidades de um ambiente voltado ao processo de ensino-aprendizagem que satisfaça aos anseios de uma educação contemporânea.
- Desenvolver no aprendiz o interesse pelo ensino de geometria.
- Criar um ambiente de ensino que fuja do excesso de rigor matemático, sem no entanto, negligenciar sua formalidade.
- Proporcionar a aprendizagem individualizada, respeitando o tempo de aprendizagem de cada um, de forma que a aprendizagem possa ser monitorada pelo professor.

1.4 Limitações

Este trabalho limitou-se a:

- Descrever os pré-supostos teóricos referentes aos “Poliedros de Platão, Regulares e Convexos: Tetraedro, Cubo, Octaedro, Dodecaedro e Icosaedro”, sem contudo, tratar de outros assuntos, também importantes, como os “Poliedros Irregulares”.

1.5 Metodologia

Para atingir os objetivos descritos anteriormente, foram implementadas as seguintes etapas, segundo esquema proposto na Figura 4.1, Organograma metodológico.

- Revisão bibliográfica: esta revisão se desenvolveu em várias direções, buscando referencial teórico relativo aos conteúdos de geometria, em particular os Poliedros de Platão, Regulares e Convexos; história da matemática; hipermídia; história da arte e educação para o próximo milênio.
- Desenvolvimento da estrutura do conteúdo, necessários para descrever o mapa de navegação.
- Desenvolvimento dos “*storyboard*” em meio analógico, criação de páginas descrevendo os textos, mídias utilizadas (estáticas ou dinâmicas).
- Desenvolvimento dos “*storyboard*” em meio digital. Tendo como resultado o ambiente hipermídia proposto.

1.6 Estrutura do Trabalho: Descrição dos Capítulos

1.6.1 Capítulo 1 – Introdução

Nele estão descritos a apresentação do tema, a justificativa, os objetivos geral e específico, as limitações e a metodologia.

1.6.2 Capítulo 2 – Poliedros de Platão, Regulares e Convexos: Histórico e Conteúdo

Foi descrito os conteúdos de geometria relativos aos Poliedros de Platão, Regulares e Convexos, de forma a situá-los dentro de um contexto maior, ou seja, foram introduzidos todos os pré-supostos teóricos, fundamentais para o entendimento do todo. Foram descritos também os aspectos históricos, desde os primeiros estudos realizados até pesquisadores contemporâneos que trataram deste sólidos.

1.6.3 Capítulo 3 - A Educação no novo milênio e novas tecnologias

Buscou-se fazer um levantamento, qualitativo, a respeito dos processos educativos. Inicialmente fez-se um estudo sobre como e quando se processa a aprendizagem, aspectos importantes para se compreender porque e para que se aprende, entendendo a educação como meio de valorização do indivíduo. Em seguida, o interesse foi determinar como a tecnologia pode ajudar na construção do conhecimento, mais do que isto, como isso pode acontecer de forma que a educação seja libertadora, envolvendo o indivíduo num meio tecnológico, mas sem esquecer os aspectos humanísticos.

1.6.4 Capítulo 4 – Descrição do ambiente proposto

É feita a apresentação do ambiente hipermídia para o ensino dos Poliedros de Platão, Regulares e Convexos. Nele se encontram, uma descrição de hipermídia, a metodologia utilizada na construção do ambiente, a estruturação do ambiente e a forma de acessá-lo. Por último, é feita uma simulação da navegação no ambiente.

1.6.5 Capítulo 5 – Considerações finais e recomendações para trabalhos futuros

São apresentadas as conclusões do trabalho e feitas algumas sugestões para prosseguimento de pesquisa na área.

1.6.6 Anexo

O anexo, é uma descrição do ambiente maior, denominado GEOMETRANDO – Caminhando no Tempo com a Geometria, que foi descrito por Vanzin (2001, p. 81).

CAPÍTULO 2: POLIEDROS DE PLATÃO, REGULARES E CONVEXOS

2.1 Introdução

Os Poliedros de Platão, Regulares e Convexos, ou simplesmente “Sólidos Platônicos”, formam um grupo de sólidos geométricos, que dadas as suas propriedades, bem particulares, compõem uma pequena parte da geometria. Um aspecto interessante, e que chama a atenção, é o fato de que estes sólidos foram, e ainda são, envoltos por muitos mistérios. Outra curiosidade, reside no fato de que não foi Platão quem primeiro os estudou, no entanto, foi ele quem compilou alguns trabalhos, anteriores a ele, e sistematizou seu estudo, por isso levam seu nome.

Este capítulo está dividido em duas partes: a primeira, é uma viagem no tempo, que busca descrever aspectos relativos ao momento do seu surgimento, que não é preciso, e inclui ainda alguns dados históricos de pesquisadores que se renderam a seu estudo, motivados por suas características próprias, e também motivados pelos mistérios que sempre os manteve “vivos”. A segunda parte, trata dos fundamentos teóricos, ou seja, a base de conhecimento necessária para estudar estes sólidos.

A inclusão deste capítulo está pautada no entendimento de que é importante, colocar a disposição do leitor, os fundamentos teóricos necessários à compreensão dos conceitos relativos aos Sólidos Platônicos.

2.2 História dos poliedros de Platão, regulares e convexos

A matemática, assim como a grande maioria das ciências, nasceu de necessidades e observações do homem. Ela foi paixão e loucura daqueles que, de uma forma ou de outra, procuraram desvendar os mistérios desta ciência maravilhosa. A geometria, em particular os Sólidos Platônicos, sempre despertaram esta paixão. Pode-se identificar, historicamente, vários “pesquisadores” que dedicaram suas vidas ao estudo dos conhecimentos geométricos em torno dos “Sólidos Platônicos”.

Há um início do tratamento matemático desses sólidos no livro XIII dos *Elementos* de Euclides (cerca de 300 a.C.). A primeira parte desse livro observa que se irá

tratar dos Sólidos de Platão, assim chamados erroneamente, porque três deles, o tetraedro, o cubo e o dodecaedro se devem aos pitagóricos, uma escola fundada por Pitágoras (cerca de 572 a.C.) que se interessava por filosofia, matemática e ciências naturais, enquanto que o octaedro e o icosaedro se devem a Teeteto (cerca de 414 a.C.), a quem se deve boa parte do décimo e décimo terceiro livros dos *elementos* de Euclides Eves (1997, p.114).

Independente disto, Platão (cerca de 427 a.C.), que era um entusiasta pelo estudo da matemática, desenvolveu estudos sobre estes poliedros.

“Platão, em seu *Timeu*, apresentou uma descrição dos cinco poliedros regulares e mostrou como construir modelos desses sólidos, juntando triângulos, quadrados e pentágonos para formar suas faces. O *Timeu* de Platão é o pitagórico Timeu de Locri, a quem possivelmente encontrou quando visitou a Itália. No trabalho de Platão, Timeu misticamente associa os quatro sólidos mais fáceis de construir – o tetraedro, o octaedro, o icosaedro e o cubo – com os quatro “elementos” primordiais empedoclianos de todos os corpos materiais – fogo, ar, água e terra. Contornava-se a dificuldade embaraçosa em explicar o quinto sólido, o dodecaedro, associando-o ao Universo que nos cerca” (Eves, 1997, p.114).

Bem mais tarde, Johann Kepler (1571-1630), mestre em astronomia e numerologista, em seus estudos a cerca destes sólidos, encontrou uma explicação inusitada para as associações de Timeu.

“Intuitivamente ele assumiu que, desses sólidos, o tetraedro abarca o menor volume para sua superfície, ao passo que o icosaedro o maior. Agora, essas relações volume-superfície são qualidades de secura e umidade, respectivamente, e como o fogo é o mais seco dos quatro ‘elementos’ e a água o mais úmido, o tetraedro deve representar o fogo e o icosaedro a água. Associa-se o cubo com a terra porque o cubo, assentado quadradamente sobre uma de suas faces, tem a maior estabilidade. O octaedro, seguro frouxamente por dois de seus vértices opostos, entre o indicado e o polegar, facilmente rodopia, tendo a instabilidade do ar. Finalmente, associa-se o dodecaedro com o Universo porque o dodecaedro tem doze faces e o zodíaco tem doze seções. O tetraedro, o cubo e o octaedro se encontram na natureza como cristais, por exemplo, de sulfoantimoneto de sódio, sal comum e alumínio, respectivamente. Os outros dois não podem ocorrer na forma de cristais, mas se encontram na natureza como esqueletos de animais marinhos microscópicos chamados radiolários. Em 1885, desenterrou-se no

monte Loffa, perto de Pádua, um brinquedo de origem etrusca, com a forma de um dodecaedro regular, que supõe remontar ao ano 500 a.C., aproximadamente” (Eves, 1997, p.115).

Os Poliedros de Platão, Regulares e Convexos, formam uma parte da geometria bem restrita, isto se deve ao fato de possuírem propriedades bem particulares. Será descrito, a seguir, todos os fundamentos teóricos relativos a estes sólidos.

2.3 Fundamentos teóricos

A maioria dos livros de Matemática, que trata do assunto dos sólidos platônicos, apresenta o conteúdo de forma sistemática. É uma construção gradativa, apresentando apenas algumas propriedades e definições que dão as características dos poliedros e descrevem seus elementos. Antes de qualquer definição, faz-se necessário entender que os sólidos de Platão são um caso particular de superfície.

A seguir, está descrito o caminho a ser percorrido para se chegar aos Poliedros de Platão, Regulares e Convexos, assim como os pré-requisitos para se compreender estes poliedros como parte de um todo.

2.4 Superfícies

2.4.1 Introdução

Muitas foram as áreas do conhecimento que tomaram para si o estudo das superfícies. Da mesma forma, cada uma delas procurou conceituá-la, definí-la o mais rigorosamente possível, seguindo os preceitos e formalidades que cada uma das ciências exigia.

A Matemática, com seu formalismo que lhe é característico, procurou dar às superfícies um caráter mais algébrico, possibilitando a interpretação das superfícies mediante uma fórmula algébrica, que relacionasse todos os pontos pertencentes a cada superfície estudada.

Partindo deste pré-suposto, sempre que possível, para cada tópico apresentado, estabelecer-se-á mais de um conceito, tentando dar ao leitor várias alternativas, para seu melhor entendimento. No entanto, deve ficar claro, que não é objetivo deste trabalho, procurar o conceito ou definição ideal, nem tão pouco será questionado qual delas é a melhor expressão da verdade mas sim, procurar-se-á dar uma visão geral sobre os conteúdos estudados, dentro das várias áreas da ciência.

2.4.2 Definições

Dentre as inúmeras definições encontradas, citar-se-á primeiramente as de Rodrigues e Monge.

Rodrigues (1960, p. 247), diz que “superfície é a extensão a duas dimensões; não tem realização, senão como limite da extensão a três dimensões ou volume; daí a infinidade de formas realizadas e imaginadas pelas quais ela se apresenta comumente”.

Ainda segundo Rodrigues (1960, p. 247), “superfície é a figura descrita por uma linha reta ou curva, que se desloca, mudando muitas vezes de posição e, ao mesmo tempo, de forma e grandeza, segundo uma lei determinada e contínua”.

Já para Gaspar Monge (apud Rangel, 1982, p.1) “Superfície é o limite da extensão a três dimensões”.

Rangel (1982, p. 1) a partir desta definição de Monge faz algumas considerações que também sugere como possíveis definições para uma superfície. São elas:

- “é uma película sem espessura que separa duas regiões do espaço tridimensional”;
- “é o lugar geométrico comum a dois espaços tridimensionais”;
- “é o lugar geométrico das posições sucessivas de uma linha que se move no espaço tridimensional”;

- “é toda extensão a duas dimensões”;
- “é todo lugar bidimensional”.

Além das definições acima, Marsdem (1996, p. 82), define superfície como sendo: “O gráfico de uma equação $F(x,y,z)=0$ em \mathfrak{R}^3 é o conjunto de todos os pontos (x,y,z) cujas coordenadas são números que satisfazem a equação. Este gráfico em \mathfrak{R}^3 é chamado de superfície”.

Esta definição difere das demais pois apresenta um caráter algébrico à superfície, relacionando todos os pontos pertencentes a ela. Está distinção entre as definições fica mais evidente quando se reconhece o campo onde estas definições estão inseridas. A definição de Marsdem está inserida num contexto matemático, por isso o caráter mais algébrico. Enquanto que as anteriores estão inseridas no contexto do desenho geométrico, por isso o caráter mais geométrico.

Observe abaixo a representação geométrica de algumas superfícies:

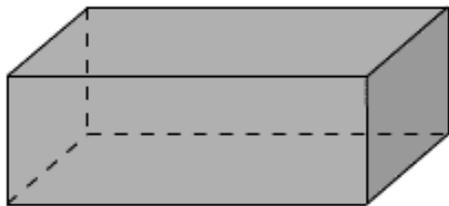


Figura 2.1 Superfície Poliédrica convexa

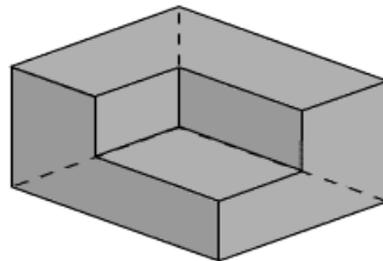


Figura 2.2 superfície poliédrica Côncava

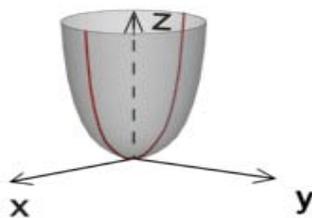


Figura 2.3 Parabolóide de revolução
cuja equação é $x^2 + y^2 = 4z$

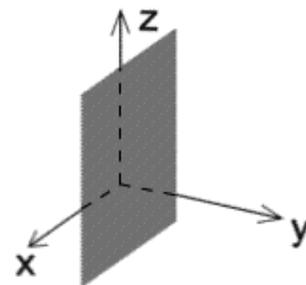


Figura 2.4 Plano $y = k$, $k > 0$

2.4.3 Classificação das superfícies

Dentre vários autores pesquisados, pode-se observar que não há uma unanimidade quanto a classificação das Superfícies e suas sub-classificações. Desta forma, sem perda de generalização, adotar-se-á a classificação dada pelo esquema da figura 2.5.

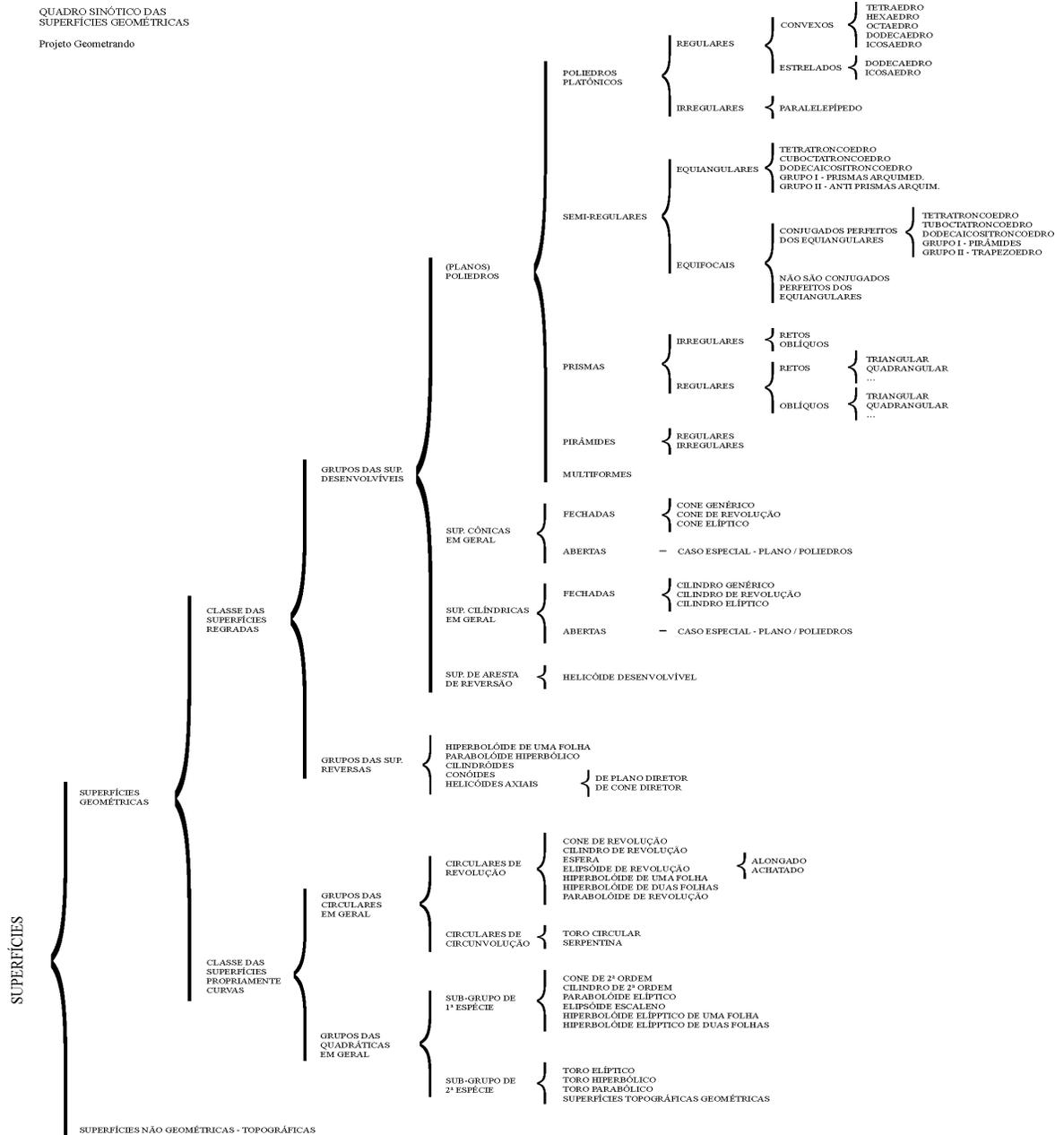


Figura 2.5 Classificação das Superfícies

Fonte: Projeto Geometrando

Segundo o esquema anterior, as superfícies podem ser classificadas em:

- Superfícies não Geométricas (Topográficas).
- Superfícies Geométricas (são lugares geométricos);

2.4.3.1 Superfície não geométrica

Segundo Rodrigues (1960, p. 248), há um exemplo de superfície não geométrica “na superfície do solo, cujo estudo é feito de modo aproximado, substituindo-a por uma superfície geométrica que dela se aproxime, tanto quanto seja necessário, para que o erro não influa no resultado prático que tivermos em vista”.

Para Rangel (1982, p. 4), as superfícies não geométricas “são aquelas em que não podemos estabelecer uma *lei de geração*. Só podem ser concebidas quando mostradas ou representadas. Caso clássico é a superfície da terra”.

A figura 2.6 é exemplo de uma Superfície Não Geométrica.



Figura 2.6 Superfície Não Geométrica

Fonte: Revista CD Expert Ano 1, nº 7 “30.000 Multimídia Pack”

2.4.3.2 Superfície geométrica

Segundo Rangel (1982, p. 4), as superfícies geométricas “são aquelas em que podemos estabelecer uma *lei de geração*. Assim, não necessitam ser mostradas nem representadas para serem concebidas”. As figuras 2.7 e 2.8 são exemplos de superfícies geométricas.

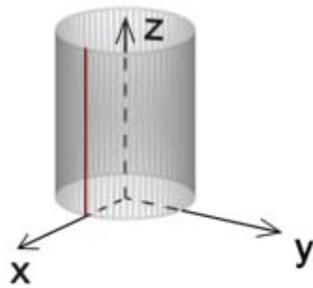


Figura 2.7 Cilindro de Revolução

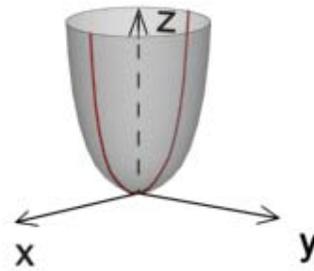


Figura 2.8 Parabolóide de Revolução

As superfícies geométricas, por sua vez, são divididas em duas classes:

- classe das superfícies regradas;
- classe das superfícies propriamente curvas.

Estudar-se-á apenas as superfícies regradas, ou seja, aquelas superfícies que são geradas por retas. Estas superfícies, por sua vez, são subdivididas em dois grupos, a saber:

- grupo das superfícies desenvolvíveis (são planificáveis);
- grupo das superfícies reversas (não são planificáveis).

2.4.3.2.1.1 Superfícies regradas desenvolvíveis

Segundo Rodrigues (1960, p. 253) superfície desenvolvível é a superfície que “pode ser distendida (planificada) sobre um plano, sem contração de nenhuma de suas partes”.

Estas superfícies desenvolvíveis podem ser apresentadas em quatro casos, como segue:

- Planos (Poliedros)
- Superfícies cônicas em geral
- Superfícies cilíndricas em geral
- Superfície de aresta de reversão

Estudar-se-á apenas aquelas superfícies formadas por planos, isto é, as superfícies poliédricas ou poliedros.

2.4.3.2.1.1.1 Superfície poliédrica (Poliedros)

Para Lima (1998, p. 232) superfície poliédrica ou poliedro “é uma reunião de um número finito de polígonos planos chamados *faces* onde:

- a. cada lado de um desses polígonos é também lado de um, e somente um, outro polígono;
- b. a interseção de duas faces quaisquer ou é um lado comum, ou é um vértice ou é vazia.

Cada lado de um polígono, comum a exatamente duas faces, é chamado uma *aresta* do poliedro e cada vértice de uma face é um *vértice* do poliedro”.

Rangel (1982, p. 6), por sua vez, a define como: “toda superfície poliédrica fechada. É, portanto, a superfície que pode ser concebida como um conjunto de *polígonos planos* tais que cada lado de uma face pertence sempre, e no máximo, a duas faces”.

As figuras 2.9, 2.10, 2.11 e 2.12 são exemplos de Superfícies Poliédricas.

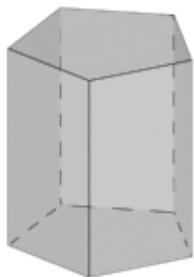


Figura 2.9 Poliedro de 7 faces

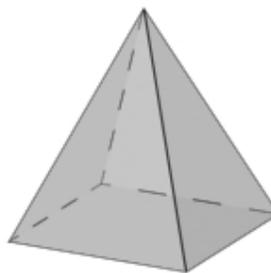


Figura 2.10 Poliedro de 5 faces

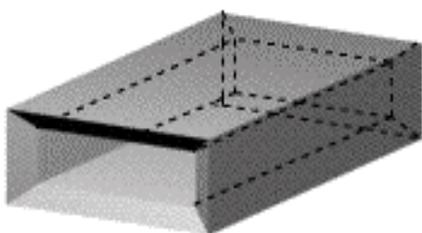


Figura 2.11 Poliedro de 16 faces

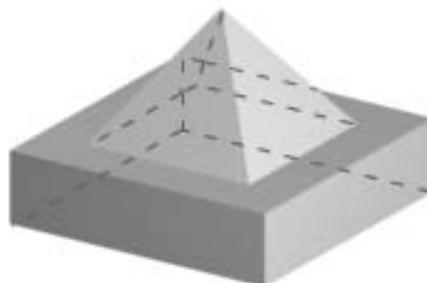


Figura 2.12 Poliedro de 10 faces.

Segundo o esquema de classificação, figura 2.5, os poliedros podem ser divididos em:

- poliedros de Platão ou platônicos;
- prismas;
- pirâmides;
- multiformes;
- semi - regulares.

Descrever-se-á apenas os poliedros de Platão. Mas antes disso, enunciar-se-á um resultado que é fundamental para definir estes poliedros, que é a Relação de Euler.

O Teorema a seguir, é chamado Relação de Euler. Esta relação tem este nome por ter sido enunciado por Leonhard Euler (1707-1783). Segundo Lima (1998, p. 235), esta relação não é verdadeira para todos os poliedros, mas é verdadeira para os poliedros que serão objeto de estudo neste caso. Este Teorema relaciona o número de vértices (V), o número de arestas (A) e o número de faces (F) de um poliedro convexo. Assim, “em todo o poliedro com A arestas, V vértices e F faces, vale a relação $V - A + F = 2$ ” (Relação de Euler).

Todo poliedro que satisfaz a Relação de Euler, é denominado poliedro Euleriano.

2.4.3.2.1.1.1 Poliedros de Platão

Para lezzi (1985, p. 126), “um poliedro é chamado de poliedro de Platão, se e somente se, satisfaz as seguintes condições:

- a. todas as faces tem o mesmo número n de arestas;
- b. todos os ângulos poliédricos tem o mesmo número m de aresta;
- c. vale a relação de Euler ($V - A + F = 2$).

Os poliedros de Platão podem ser classificados em dois grupos:

- Irregulares;
- Regulares.

Definir-se-á apenas os poliedros de Platão regulares:

2.4.3.2.1.1.1.1 Poliedros de Platão, regulares

Segundo Rangel (1982, p. 13) “um poliedro é regular quando têm todos os ângulos sólidos iguais entre si, bem como as faces também iguais”.

Uma conclusão que se chega, a partir deste resultado, é que em qualquer poliedro regular as faces são polígonos regulares; as arestas são todas iguais; as diagonais são iguais; e os ângulos diédricos são iguais”.

Segundo Rangel (1982, p. 13), os poliedros regulares podem ser divididos em:

- Estrelados ou não-convexos;
- Convexos.

2.4.3.2.1.1.1.1.1 Poliedros Regulares Estrelados ou não-convexos

Para Rangel (1982, p. 13) “é todo aquele Poliedro que segue a definição de poliedro regular e, ao mesmo tempo, a definição de poliedro estrelado. Assim, chama-se poliedro regular estrelado todo poliedro que, além de ter todos os ângulos sólidos iguais entre si e as faces também iguais entre si, é secionado por qualquer dos planos de suas faces.

Os poliedros regulares estrelados são apenas quatro: três Dodecaedros e um Icosaedro.

2.4.3.2.1.1.1.1.2 Superfície poliédrica convexa

lezzi (1985, p. 119) define esta superfície como sendo “a reunião de um número finito de *polígonos planos e convexos* (ou regiões poligonais convexas), tais que:

- a. dois polígonos não estão num mesmo plano;
- b. cada lado do polígono não pertença a mais que dois polígonos;
- c. havendo lados de polígono que estão em um só polígono, estes devem formar uma única poligonal fechada, plana ou não, chamada contorno;
- d. o plano de cada polígono deixa os demais num mesmo semi-espço (condição de *convexidade*)”.

Observações:

- em relação a condição “c” acima, as superfícies poliédricas limitadas convexas que tem contorno são chamadas abertas. As que não tem contorno são chamadas fechadas. A figura 2.13 procura esclarecer o que é um poliedro limitado convexo aberto.

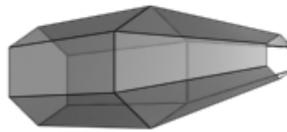


Figura 2.13 poliedro limitado convexo aberto

- tratar-se-á apenas de superfícies poliédricas limitadas convexas fechadas.

As superfícies, representadas abaixo, figura 2.14, são poliedros limitados convexas e fechados.



Figura 2.14 Poliedros limitados convexas e fechados

Convexidade: Poliedro convexo e não convexo

Segundo Rangel (1982, p. 7), “Para se concluir se um poliedro é ou não convexo, considera-se o seguinte: sabe-se que o plano divide o espaço tridimensional em duas regiões. Admita-se o poliedro em uma dessas regiões e verifica-se se o mesmo se mantém todo nessa região, qualquer que seja a face que pertença ao plano. Se isso acontecer, diz-se que o poliedro é convexo. Conclui-se, então, que um poliedro é convexo quando não é cortado por quaisquer dos planos que contenha suas faces”.

Segundo Lima (1998, p. 233), “um poliedro é convexo, quando qualquer seguimento de reta que liga dois pontos quaisquer de poliedro está totalmente contida no poliedro”. Ou ainda, “um poliedro é convexo se qualquer reta (não paralela a nenhuma de suas faces) o corta em, no máximo, dois pontos”.

Quando um poliedro não é convexo, diz-se que ele é não convexo ou cruzado. Alguns poliedros não convexos, devido às suas propriedades, são chamados poliedros estrelados. Rangel (1982, p. 7).

A figura 2.15 é a representação de um poliedro convexo e um poliedro não convexo segundo a definição proposta por Lima (1998, p. 233):

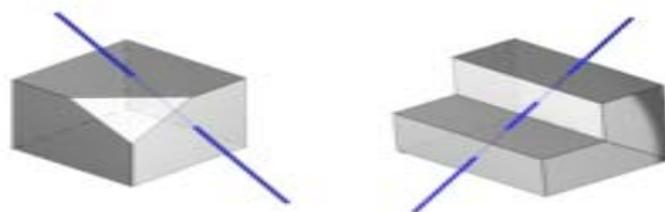


Figura 2.15 Um poliedro convexo e um poliedro não convexo.

Poliedro Convexo

Segundo lezzi (1985, p. 120) dever-se-á considerar “um número finito (do contrário estaríamos próximo da esfera) n , $n \geq 4$, de *polígonos planos convexos* ou regiões poligonais convexas tais que:

- a. dois polígonos não estão num mesmo plano;
- b. cada lado do polígono é comum a dois e somente dois polígonos;
- c. o plano de cada polígono deixa os demais polígonos num mesmo semi-espaço”.

Nestas condições, ficam determinados n semi-espaços, cada um dos quais tem origem no plano de um polígono e contém os restantes. A interseção destes semi-espaços é chamada poliedro convexo”.

Rangel (1982, p. 7), por sua vez, estabelece que, “quando um poliedro não é convexo, diz-se que ele é *não-convexo* ou *cruzado*”.

Segundo lezzi (1985, p. 123) “todo poliedro convexo é Euleriano (definido na pg. 29), mas nem todo poliedro Euleriano é convexo”.

A figura 2.16 representa um poliedro não convexo e não Euleriano.

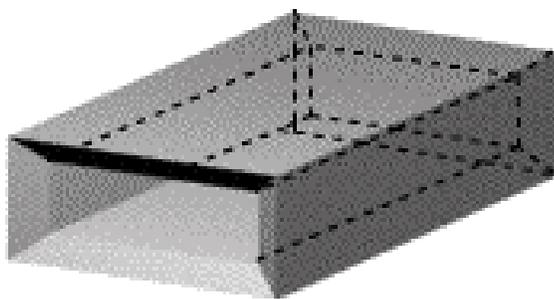


Figura 2.16 Um poliedro não convexo e não Euleriano

Propriedades gerais dos poliedros convexos segundo Rangel (1982, p. 9):

1. Em um poliedro convexo, o número de *diedros* e o número de arestas são iguais, bem como também são iguais o número de vértices e o número de *ângulos sólidos*;
2. Qualquer *seção plana* em um poliedro convexo é sempre um polígono convexo;
3. Uma *reta* que não pertença nem a uma aresta, nem a uma face, nem a um vértice de um poliedro convexo só pode ter dois pontos comuns ou nenhum ponto comum com o poliedro;

Teorema: uma reta não pode ter mais que dois pontos comuns com um poliedro convexo.

4. A soma (S) dos *ângulos planos* (ou ângulo) das faces de um poliedro convexo é igual ao produto de 360° pela diferença entre o número de vértices menos duas unidades (propriedade atribuída a Descartes)

$$S = (V - 2) \cdot 4R \quad \text{onde: } V \text{ é o n.º de vértices e } R \text{ é ângulo reto}$$

5. A soma (S) dos *ângulos planos* (ou ângulo) das faces de um poliedro convexo é igual ao produto de 360° pela diferença entre o número de arestas e o número de faces.

$$S = (A - F) \cdot 4R \quad \text{ou} \quad S = (A - F) \cdot 360^\circ$$

6. Não existe poliedro convexo que tenha todas as faces com mais de cinco lados, nem *ângulos sólidos* com mais de cinco arestas;
7. Num poliedro convexo, o dobro do número de arestas é maior ou igual ao triplo do número de vértices;

$$2A \geq 3V$$

8. Num poliedro convexo, a soma dos *ângulos planos* (ou ângulo) que tem um vértice comum é menor que 360°;

9. O número de diagonais de poliedro convexo é dado pela fórmula:

$$D = V! / 2.(V - 2)! - (A + d) \quad \text{onde: } d \text{ é o n.º de diagonais das faces}$$

10. Num poliedro convexo, o número de faces que tem um vértice comum é igual ao número de arestas que tem esse mesmo vértice comum;

11. Todo poliedro convexo admite sempre vários outros poliedros convexos que são seus *conjugados*.

12. Em um *poliedro convexo*, o dobro do número de arestas é igual à soma dos produtos do número de vértices com o mesmo número de arestas por esse número,

$$2A = V_a.a + V_b.b + V_c.c + \dots$$

13. Num *poliedro convexo*, o dobro do número de arestas A é igual à soma dos produtos do número de vértices com o mesmo número de faces por esse número,

$$2A = V_a.a_1 + V_b.b_1 + V_c.c_1 + \dots$$

14. A área de um poliedro convexo é igual a soma das áreas de suas faces

2.4.3.2.1.1.1.1.2 Poliedros Regulares e Convexo

Para Rangel (1982, p. 13), os poliedros regulares e convexos “são todos os poliedros que seguem a definição de poliedro regular e, ao mesmo tempo, a definição de poliedro convexo. Assim, chama-se poliedro regular e convexo o poliedro que, além de ter todos os ângulos sólidos iguais entre si, bem como as

faces, fica totalmente no mesmo espaço tridimensional limitado por qualquer de suas faces.”

Segundo lezzi (1985, p. 129) “um poliedro convexo é regular quando:

- a. suas faces são polígonos regulares e congruentes;
- b. seus ângulos poliédricos são congruentes”.

Para Lima (1998, p. 240) “um poliedro convexo é regular quando todas as faces são polígonos regulares iguais e em todos os vértices concorrem o mesmo número de arestas”.

O resultado que segue é importante pois, estabelece quantos e quais são os poliedros convexos e regulares. Esta proposição aparece demonstrada no livro XIII dos “Elementos de Euclides” (cerca de 300 a.C.).

Segundo lezzi (1985 p. 129) “existem cinco, e somente cinco, tipos de poliedros regulares. São eles: Tetraedro regular, Hexaedro regular, Octaedro regular, Dodecaedro regular e Icosaedro regular”. Segue abaixo a representação geométrica destes sólidos, bem como a sua planificação.



Figura 2.17 Tetraedro regular
e sua planificação

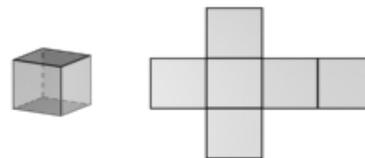


Figura 2.18 Hexaedro regular (Cubo)
e sua planificação

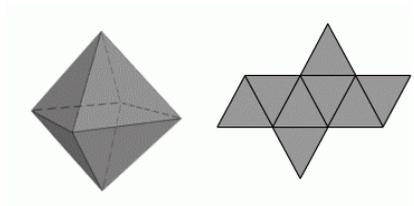


Figura 2.19 Octaedro regular e sua planificação

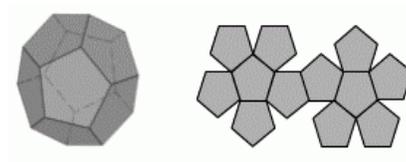


Figura 2.20 Dodecaedro regular e sua planificação

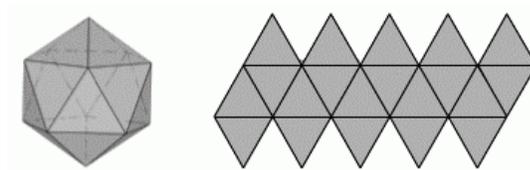


Figura 2.21 Icosaedro regular e sua planificação

Observação:

O resultado a seguir estabelece uma relação entre os poliedros de Platão e os poliedros regulares.

Segundo lezzi (1985, p. 130) “todo poliedro regular é poliedro de Platão, mas nem todo poliedro de Platão é regular”.

Com relação ao resultado acima observa-se que a classe dos poliedros de Platão é muito abrangente: envolvendo os poliedros regulares, mais uma infinidade de outros poliedros. No entanto, é comum encontrar na literatura uma descrição dos cinco sólidos de Platão, como sendo os cinco poliedros regulares e convexos citados anteriormente.

Para reforçar a observação acima, observe a figura 2.22. Ela mostra um paralelepípedo, que é um poliedro de Platão porém, não é um poliedro regular.

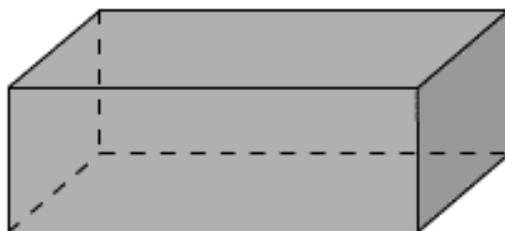


Figura 2.22 Paralelepípedo

2.5 Conclusão

O que se pode observar, é que o assunto “Poliedros de Platão, Regulares e Convexos”, embora sendo um conteúdo limitado, se comparado a todo conhecimento de geometria, possui uma base de conhecimento com múltiplas definições, envolvendo uma complexidade considerável, o que dificulta sua compreensão.

Desta forma, neste capítulo, procurou-se descrever os fundamentos teóricos que servirão de base para a implementação do *software*, que será descrito no capítulo 4. A opção por descrever a base teórica, como já dissemos anteriormente, deve-se ao fato de colocar a disposição do leitor, todos os pré-requisitos necessários para a compreensão do conceito dos Poliedros de Platão, Regulares e Convexos.

Capítulo 3: A Educação no novo milênio e novas tecnologias

3.1 Quando e como se inicia a educação: construção dos processos mentais

Não é de hoje que pesquisadores em todo o mundo têm demonstrado interesse sobre as fases da aprendizagem humana e como esta se processa. Grande parte deste caminho já foi percorrido e várias são as conclusões alcançadas por estes pesquisadores.

Algumas pesquisas, concluíram que aproximadamente 50% da capacidade de aprender, em indivíduos considerados normais, acontece nos primeiros quatro anos de idade, 30% entre os quatro e os oito anos e os restantes 20% dos oito aos 17 anos. Isto não quer dizer, por exemplo, que o indivíduo tenha adquirido 50% do seu conhecimento até os quatro anos, quer dizer sim, que ele construiu 50% das conexões cerebrais, ou seja, as trilhas onde sua aprendizagem futura estará baseada. Os primeiros anos são vitais na formação do indivíduo, alguns problemas visuais e auditivos diagnosticados neste período evitarão problemas posteriores. A saúde perfeita, principalmente na primeira infância, possibilita desenvolvimento normal a maioria das crianças (Dryden 1996).

As crianças já nascem predispostas a adquirir naturalmente do ambiente em que vivem todos os estímulos necessários para a construção do conhecimento. Projetar ambientes que promovam estimulações simples como: girar, pular corda, virar cambalhota, rolar, balançar e equilibrar-se sobre cavaletes e ainda, disponibilizar alguns jogos que estimulem os sentidos da visão, da audição e do tato, desenvolvem mais rapidamente os processos mentais. Todas estas atividades, apresentadas num contexto de diversão, são fundamentais para estimular o desenvolvimento do cérebro (Dryden 1996).

Estas pesquisas chamam atenção para o fato de que a aprendizagem é algo que pode e deve começar muito cedo, já que o bebê começa a desenvolver seus processos mentais logo após o nascimento. Além das atividades de aprendizagem é fundamental criar um ambiente favorável. A estrutura física do ambiente é importante: salas arejadas, bem iluminadas, pintadas com cores que transmitam

tranquilidade e aconchego. Todos estes cuidados corroboram e reforçam a motivação para a aprendizagem (Dryden 1996).

Segundo Delors (2000), a educação pré-escolar, além de despertar a socialização, cria uma expectativa positiva em relação ao ambiente escolar e as crianças sentem-se menos predispostas a abandonar a escola.

3.2 Como se processa a aprendizagem: no indivíduo

Independentemente de todos terem predisposição para aprender, o que se pode observar é que alguns indivíduos tem mais facilidade do que outros para adquirir um determinado tipo de conhecimento relacionado a um conteúdo. Alguns aprendem mais facilmente matemática, outros aprendem mais facilmente línguas, outros artes, etc.. Isto sem levar em consideração que alguns indivíduos aprendem melhor quando estão sozinhos, outros quando estão em grupos, interagindo com outras pessoas. Cada individuo possui um tipo de inteligência que se sobrepõe sobre as demais.

Segundo Gardner (1994) o cérebro humano possui sete centros de inteligência:

- Inteligência Lingüística: identificada com a capacidade de ler, escrever, comunicar-se. Aparece com mais freqüência em oradores, poetas.
- Inteligência Lógico/Matemática: identificada com a capacidade de efetuar cálculos e raciocínios abstratos. Aparece com mais freqüência em matemáticos, físicos e cientistas.
- Inteligência Musical: aparece com mais freqüência em músicos, compositores e maestros.
- Inteligência Espacial e Visual: aparece com mais freqüência em arquitetos, escultores, pintores, navegadores e pilotos.
- Inteligência Cinestética ou Física: aparece em atletas, bailarinos e ginastas, e talvez em cirurgiões.
- Inteligência interpessoal: capacidade de relacionar-se com os demais. Aparece com freqüência em vendedores, promotores e negociadores.
- Inteligência Intrapessoal: capacidade de relacionar-se consigo mesmo.

Grande parte do ensino de todo o mundo, e também no Brasil, concentra-se apenas nas duas primeiras inteligências. Ainda pior, em muitas das nossas escolas os sistemas de avaliação ou teste só recompensa um número limitado de habilidades, e muitos dos testes de classificação para vestibulares e de concursos públicos só recompensam as duas primeiras inteligências. Este tipo de avaliação, quando acontece no início da vida escolar, com freqüência, separam os presumivelmente talentosos e inteligentes daqueles supostamente menos inteligentes.

A grande maioria dos evadidos das escolas, presumivelmente por não se enquadrarem dentro do sistema, não aprendem melhor pois, as escolas privilegiam, quase exclusivamente, apenas duas das “inteligências”: lingüística e lógico matemática. Foge ao escopo deste trabalho, relacionar as causas de repetência nas escolas, no entanto, não será está uma das maiores causas de repetência?

Para Gardner (1994), este fato leva a uma visão distorcida e limitada do potencial de aprendizagem. Hoje, como há muito tempo, trata-se os alunos como iguais na forma de aprender: eles aprendem ao mesmo tempo, da mesma maneira e com os mesmos recursos. Estão longe de ser tratados como indivíduos, que embora inseridos num ambiente comum, possuem necessidades e interesses próprios.

Demo (2000) argumenta que a aprendizagem não é um fenômeno puramente racional, consciente, ao contrário, a aprendizagem envolve toda a complexidade humana, e quanto mais se aprofunda, mais se tem a envolvimento emocional. O indivíduo reage de forma positiva quando está diante de atividades que façam sentido às suas necessidades e anseios. Estas estimulações, colaboram para que o indivíduo utilize todos os recursos físicos e mentais para tirar o máximo proveito desta situação.

Vive-se um período, de desenvolvimento tecnológico e científico, em que as mudanças em aprendizagem são ainda mais urgentes do que as mudanças em tecnologia. Dado ao ritmo esmagador das mudanças que ocorrem hoje no mundo, torna-se necessário repensar a maneira de ensinar. Continuar propondo atividades que não fazem o menor sentido para os alunos é pura perda de tempo. Estas atividades descontextualizadas, não instigam a criatividade e a curiosidade.

Para Morin (2000, p. 39) estes fatores são essenciais num processo educativo.

“A educação deve favorecer a aptidão natural da mente em formular e resolver problemas essenciais e, de forma correlata, estimular o uso total da inteligência geral. Este uso total pede o livre exercício da curiosidade, a faculdade mais expandida e a mais viva durante a infância e a adolescência, que com freqüência a instrução extingue e que, ao contrario, se trata de estimular ou, caso esteja adormecida, de despertar.”

3.3 Aprender é para a vida

Segundo o Delors (2000, p. 89) a educação se assenta sobre quatro “aprendizagens fundamentais”. Estas aprendizagens devem ser os “pilares do conhecimento” que cada indivíduo deve buscar construir ao longo da vida. Isto não é uma tarefa fácil, no entanto, sua conquista pode ser extremamente gratificante sobre vários aspectos:

“*aprender a conhecer*, isto é adquirir os instrumentos da compreensão; *aprender a fazer*, para poder agir sobre o meio envolvente; *aprender a viver juntos*, a fim de participar e cooperar com os outros em todas as atividades humanas; finalmente *aprender a ser*, via essencial que integra as três precedentes.”

Os alunos, de maneira bastante geral, perguntam o tempo todo, para que estudar este determinado conteúdo? Onde é que eu vou utilizar estes conhecimentos? No entanto, não se dão conta de que aprender é algo para a vida toda, e se faz necessário que exista uma base de conhecimento, uma formação geral que lhe de condições de incorporar outros conhecimentos a partir destes. É importante que os alunos sintam-se preparados para aprender a aprender (*aprender a conhecer*), mais do que isto, é necessário que sintam-se motivados a aprender por conta própria. Isto não quer dizer que se deva continuar ensinando coisas sem significado, simplesmente impondo a coisas que se quer que aprendam. Com relação aos assuntos de matemática, mais especificamente os de geometria, são importantes para a sua formação geral. A forma como estes conteúdos serão abordados, os ajudará a serem melhores aprendizes, construirão uma base de raciocínio fundamental para sua vida pessoal e acadêmica.

A educação não deve ter o caráter terminal, a aprendizagem é algo que deve-se implementar por toda a vida. Há a necessidade de reciclarmos os conhecimentos, levando em conta que as mudanças acontecem rapidamente.

“1º a educação é a única alternativa para o sucesso; 2º a educação não termina com o último certificado que você consegue obter. Estudar a vida toda é uma necessidade, por definição, numa sociedade baseada no conhecimento. Você precisa levar a sua educação – e a educação de todos os outros – muito a sério, pois ela é o *grande jogo* que se deve jogar (e vencer) na economia globalmente independente.” (Peters, apud Dryden 1996, p. 35)

Um aspecto importante da aprendizagem é o aprender fazendo. Aprende-se a andar de bicicleta andando de bicicleta, e inevitavelmente alguns arranhões aparecerão, mas isto o tornará um ciclista melhor. É fundamental que você coloque suas lições em prática. Criar possibilidades de experimentar torna as atividades de ensino mais atrativas e prazerosas. A educação, em geral, é ineficiente quando separa a teoria da prática. Desta forma, utilizando metodologias que envolvam todos os sentidos, colocará o corpo e a mente para ajudá-lo a aprender melhor.

Segundo Dryden (1996), pesquisas realizadas em todo o mundo, revelam que bons programas de treinamento e educacionais envolvem seis princípios básicos:

- a melhor condição para a aprendizagem;
- um formato de apresentação que envolva todos os seus sentidos;
- aprender a pensar, desenvolvendo o pensamento criativo e crítico para auxiliar o “processamento interno”;
- “ativação” para acessar o material, com jogos, sátiras e peças;
- muitas possibilidades de praticar;
- sessões regulares de ensaio e revisão.

Segundo Demo (2000, p. 113) “a aprendizagem é melhor sucedida em ambientes humanos mais **flexíveis e atraentes**, emocionalmente mais dinâmicos”. Aprende-se melhor quando se faz com prazer.

Para Demo (2000, p. 113) “Uma parte importante da aprendizagem pode ser vista como estratégia motivadora para que coisas difíceis, penosas, cansativas possam ser visualizadas como algo que vale a pena. (...) Aprender é esforço, por muitas vezes penoso, mas representa o caminho central do desenvolvimento, tipicamente reconstrutivo”.

Em seguida vem a atividade propriamente dita. Segundo Jensen (apud Dryden 1996, p. 263) três elementos afetam a aprendizagem: o *estado* e a *estratégia*, que segundo ele são os pontos centrais. O terceiro é o *conteúdo*. O “Estado” cria a atmosfera correta para a aprendizagem. A “Estratégia” denota o estilo ou método de aprendizagem. O “Conteúdo” por sua vez é o assunto propriamente dito.

Uma questão importante em relação a aprendizagem, é que de nada adianta mil técnicas, se o material humano, os professores, não forem expostos a aprendizagens contínuas. A capacitação conduz o professor na trilha do sucesso profissional, do contrário, tornar-se-á um “papagaio”, um mero repassador de conteúdos. A falta de capacidade do professor, principalmente, para alunos iniciantes, sejam de séries iniciais ou na educação de jovens e adultos, são as fundações sobre as quais se irão construir as futuras aprendizagens que ficarão pouco sólidas.

Demo (2000, p. 114) salienta que o professor deve servir como referência para os aprendizes, o professor antes de mais nada deve saber aprender, para ensinar seus alunos a aprender a aprender. É importante organizar a aprendizagem a partir das necessidades dos alunos. No entanto, a aprendizagem destes depende fundamentalmente da aprendizagem do professor, e se está não ocorre, na intensidade desejada, nada de importante ocorreu no ambiente escolar, mesmo que esta funcione perfeitamente, e possibilite aos educandos o acesso a todos os recursos didáticos necessários. Neste sentido a escola passa a ter outro papel, sua função passa a ser **“reorganizar a aprendizagem: o que é aprender, quem é capaz de aprender, e qual é a responsabilidade dos professores em criar aprendizagem.”**

3.4 Necessidade de reformular a educação

São muitos os fatores que dificultam e impedem a aprendizagem na dosagem e eficiência que deveria, entre eles pode-se citar: escolas sucateadas (em muitas delas os únicos recursos que existem são o quadro negro e giz); salas superlotadas; métodos de ensino ultrapassados (memorização); “professores incapazes de se adaptarem a métodos mais modernos, como a participação democrática na sala de aula, a aprendizagem cooperativa e a resolução de problemas fazendo apelo a imaginação” Al-Mufti (2000, p. 213).

Não é objetivo, determinar qual destes fatores tem maior importância, no entanto, um destes chama a atenção, o fator humano, os professores. As mudanças urgentes em educação passam, necessariamente, pela mudança do perfil do professor, e sua postura em relação a aprendizagem, e isto deve começar pela reformulação dos cursos de formação de professores, perdendo seu caráter propedêutico, e também por uma capacitação permanente do profissional que atua no ambiente educacional.

Demo (1996, p. 54) salienta que o professor deverá deixar de ser um mero repassador de conteúdos, passando a ser um “orientador construtivo e participativo”. Neste sentido, alguns aspectos relativos a formação do professor deverão ser modificados, e estas mudanças deverão levar em conta algumas competências esperadas:

- capacidade de pesquisa;
- elaboração própria;
- teorização das práticas;
- formação permanente;
- manejo da instrumentação eletrônica;

Segundo Delors (2000, p. 159) a qualidade do ensino, via uso de novas tecnologias, é obtida através da capacitação contínua do professor:

“desenvolver programas de formação contínua, de modo a que cada professor possa recorrer a eles, freqüentemente, especialmente através de tecnologias de educação

adequadas. Devem ser desencadeados programas que levem os professores a familiarizar-se com os últimos progressos da tecnologia da informação e comunicação. De maneira geral, a qualidade de ensino é determinada tanto ou mais pela formação contínua dos professores do que pela sua formação inicial. O recurso a técnicas de formação a distância pode ser uma fonte de economia e permitem que os professores continuem seu processo de capacitação”.

Para isto, o papel do profissional de educação, deverá ser repensado, pois as novas tecnologias não restringem o papel do professor, simplesmente modifica-os. Numa educação baseada na informação, o professor não deve ser considerado o único detentor do conhecimento, será sim um mediador, organizador e parceiro na descoberta. Neste sentido, Demo e outros estudiosos dão algumas sugestões.

Segundo Demo (1996, p. 19) a escola de “qualidade total” carrega intrinsecamente, um professor “politicamente adequado”, ou seja, bem-formado e bem-remunerado. A valorização do professor é o ponto central dentro de uma educação de qualidade. Ademais, esta qualidade só é obtida através de uma capacitação permanente, com cursos bem estruturados, de longa duração e que levem em consideração o papel do profissional inserido em um ambiente social. É necessário formar o caráter crítico, criativo, participativo, e ser contra a simples perpetuação da mediocridade, o faz de conta. Na verdade, deve-se criar um profissional de vanguarda, que não seja acomodado nem massa de manobra com “status” de “professor”. A qualidade sugere também uma remuneração adequada para suprir as necessidades do profissional.

A sociedade cobra mudanças urgentes. Estas mudanças ocorrem pelas transformações que a sociedade vem sofrendo, entre elas: “a globalização dos mercados; a interdependência; a aceleração da produção, o desenvolvimento e a difusão de tecnologias, com impacto sobre a significação social do conhecimento, a incorporação da robótica na produção industrial” entre outras. (Litwin 1997, p. 17)

A sociedade deve estar preparada para entrar no futuro, em mercados cada vez mais competitivos e globalizados. Preparar a sociedade é função do estado, disponibilizando sistemas educacionais sintonizados com a realidade. Cabe às instituições de formação de profissionais, em particular, os professores estarem abertas as novas mudanças. Professores mal formados perpetuam a ignorância.

Segundo Delors (2000, p. 138) “Nos países onde falta um ensino científico de qualidade, em nível secundário, o desenvolvimento da capacidade científica nacional fica comprometido e é preciso urgentemente cuidar deste problema, recorrendo a meios do próprio país ou à cooperação regional.”

Dentro do perfil do trabalhador moderno, entendido como portador central do processo inovativo, trata-se de transformar o aprender para o aprender a aprender, construindo um profissional que saiba pensar, que tome decisões de forma independente, que tome iniciativa e não somente “saiba apertar o botão” pura e simplesmente. Isto é o que Demo (2000, p. 111) chama de “caráter **reconstrutivo político** da aprendizagem” que vai contra o instrucionismo, ainda marcante no meio escolar e universitário. “A aprendizagem é sempre salto, porque, ao invés de repetir uma situação, a reconstrói”. Isto gera possibilidade do indivíduo ser o senhor de sua própria história. O autor ainda adverte, que a aprendizagem instrucionista também gera mudanças, só que no sentido contrário.

Para conquistar estes objetivos, de transformar a mera aprendizagem em aprender a aprender, um dos fatores mais importantes é a “renovação do professor”, implicando em esforços a longo prazo. A aprendizagem, com qualidade, dos alunos deve ser a razão do professor. Isto só será possível a partir de uma capacitação permanente.

Os resultados do Sistema de Avaliação do Ensino Básico (Saeb) de 1995 detectou que o nível de formação dos professores guarda uma estreita relação com o nível de aproveitamento dos alunos, ou seja, professor com melhor nível de formação melhora o aproveitamento dos alunos. (Souza, 1999)

Neste sentido, Demo (1996, p. 20) reforça suas idéias, e dá o tom das mudanças: “Educação passa a ser o espaço e o indicador crucial de qualidade, porque representa a estratégia básica de formação humana. Educação não será em hipótese nenhuma, apenas ensino, treinamento, instrução, mas especificamente formação, aprender a aprender, saber pensar, para poder melhorar, intervir, inovar.”

As mudanças em educação são necessárias pois, possibilitarão aos alunos condições de competir num mercado que muda continua e rapidamente. A sociedade clama por um trabalhador que saiba pensar, que seja competitivo, globalizado, porque o processo produtivo está baseado no manejo do conhecimento. A qualificação do profissional, é cada vez maior, tanto na indústria como também na agricultura, motivadas pela pressão das novas tecnologias. O mercado faz pressão para que educação permanente seja tomada por educação profissional.

Para Demo (2000, p. 119) “está claro que o prêmio posto sobre o desempenho educativo está crescendo. (...) para inserir-se nesta economia, educar-se melhor é termo chave.” No entanto, o preço a ser pago por direcionar a educação para o trabalho, não deve ser o mesmo do passado, deixando a sociedade excluída.

Segundo Assis (1994) algumas características que antes não eram requeridas para a realização de tarefas automatizadas, rotineiras e repetitivas, agora são resgatados. Alguns atributos necessários para a utilização de novas tecnologias, tais como: raciocínio, capacidade de aprender, capacidade de resolver problemas, capacidade de tomar decisão são qualidades fundamentais no novo modelo tecnológico e estas qualidades são adquiridas através de conteúdos gerais de educação básica.

Desta forma, com o avanço das novas tecnologias, as habilidades manuais, como o simples fato de apertar botões, num sistema automatizado, vão se tornando menos importante, enquanto que as qualificações de ordem superior vão crescendo em importância. Isto reflete na qualificação mínima exigida quanto ao número de anos que o aluno permanece na escola. Atualmente para se tornar competitivo no mercado o candidato deverá, no mínimo, ter concluído o ensino médio.

Outro aspecto importante que deve ser levado em consideração está relacionado ao desenvolvimento tecnológico. As fronteiras entre os países ficam cada vez mais invisíveis, e a competição no mercado de trabalho que antes era local, agora atravessam fronteiras. A necessidade de se qualificar torna-se cada vez mais importante, pois do contrário, em algum lugar do mundo existe alguém, ou alguma empresa, que esta se qualificando e dominará uma determinada tecnologia. A globalização no século XX transforma as relações entre os países, a economia passa a ser um todo independente, onde as partes dependem do todo e vice-versa.

Quando uma parte vai mal provoca alterações no todo. Isto passa a ser um problema nacional, pois se o país não domina uma determinada tecnologia tende a ser excluído do processo de globalização.

Segundo Silva Filho (1998) é fundamental para países que desejam competir no mercado internacional, que não só a classe trabalhadora tenha atingido 8 a 10 séries de ensino de boa qualidade mas a sociedade como um todo. No entanto, atingir tais níveis demandam tempo e investimentos. Países europeus levaram um século para atingir tais níveis, o Japão levou 70 anos, Coréia e Taiwan levaram menos de 30 anos e Cingapura menos de 20 anos. O que se percebe, é que para obter esta qualidade competitiva, demandam investimentos de longo prazo.

Segundo Velloso (1999, p. 10) um estudo da OECD (organização dos países desenvolvidos) “indica que, em 1995, os gastos públicos do Brasil em educação atingiram 5% do PIB”. “percentualmente, o Brasil gasta tanto quanto os Estados Unidos, a Bélgica, ou a Espanha”. Isto deixa claro que o problema não está na quantidade investida e sim como é investido. A qualidade do ensino não acompanha a quantidade de dinheiro investido.

O MEC, através do Sistema de Avaliação do Ensino Médio (SAEB), detectou que o ensino brasileiro é um dos piores do mundo. Em comparação ao estudo realizado pela *Educational Testing Services*, feito em mais de 20 países, o Brasil ficou a frente somente de Moçambique, que é um dos países mais pobres da África e com uma das piores qualidades de vida do planeta (Velloso, 1999).

Silva Filho (1998, p. 87) argumenta ainda:

“Para se integrar no contexto da época atual e exercer eficazmente um papel na atividade econômica, o indivíduo tem que, no mínimo, saber ler, interpretar a realidade, expressar-se adequadamente, lidar com conceitos científicos e matemáticos abstratos, trabalhar em grupo na resolução de problemas relativamente complexos, entender e usufruir das potencialidades tecnológicas do mundo que nos cerca. E, principalmente, aprender a aprender, condição indispensável para poder acompanhar as mudanças e avanços cada vez mais rápidos que caracterizam o ritmo da sociedade moderna”.

O Brasil tem um papel fundamental a desempenhar na educação nas próximas décadas. Segundo Velloso (1999), isto vai ocorrer tanto na construção do novo modelo econômico, de economia internacionalmente competitiva, atrelada a globalização, ao novo paradigma tecnológico e a abertura econômica, como na redução das desigualdades, da pobreza e no esforço de evitar as diferentes formas de exclusão. As opiniões de Velloso são reforçadas por Delors (2000, p. 70) “(...) a pressão do progresso técnico e da modernização, a procura de educação com fins econômicos não parou de crescer na maior parte dos países. As comparações internacionais realçam a importância do capital humano e, portanto, do investimento educativo para a produtividade”.

Há de salientar ainda, o direcionamento que alguns países delineiam para sua formação de nível superior. O aspecto educacional, é que vai determinar que país terá melhor resultado, na competitividade internacionalmente estabelecida.

Outro aspecto importante se refere ao tipo de clientela que estará nos bancos escolares daqui para frente. Deve-se levar em conta que os empregos não-qualificados não existirão mais, nas sociedades mais desenvolvidas, e uma nova visão educacional se fará necessária. Nesta nova visão não basta sobrecarregar os alunos com um grande número de matérias, uma enorme variedade de programas. Deve-se sim, dar aos alunos condições de questionar o ambiente que os cerca, que reflitam sobre os porquês das coisas e, fundamentalmente, que questionem os “enlatados” a que estão expostos diariamente.

Nos últimos anos, o governo tem se concentrado na melhoria do ensino fundamental. No entanto, de nada adianta fazer uma “colcha de retalhos” melhorando aqui e ali. Segundo o discurso do governo, algo em torno de 95% das crianças tem acesso ao ensino fundamental, mas com que qualidade? Se isto está sendo feito de maneira “satisfatória”, o mesmo está sendo feito com o ensino médio e superior? Isto gera um gargalo na educação. No entanto isto não parece ser uma das prioridades estabelecida politicamente (Velloso, 1999).

Mehedff (1998, p. 144), descreve um impasse gerado quando da solicitação de investimentos do BID para um projeto de melhoria da USP (Universidade de São Paulo). Para sua surpresa, isto desencadeou uma discussão sobre quais seriam as

prioridades de investimentos no âmbito de 1º, 2º ou 3º graus. Mehedff não compreendia porque a priorização do 1º grau excluía os investimentos nos outros níveis. A resposta que norteou as discussões, dada por um dos diretores do BID, foi basicamente a seguinte: “existe um nível de mercado internacional, estabelecido de tal forma que a determinados grupos de países cabe, para sua realização democrática, um determinado nível de escolarização da população”.

A realização democrática, citada por este representante americano do BID, pode ser facilmente relacionada com a qualidade política da população. Segundo Demo (2000, p. 23) o “processo de ignorância da população pode ser fomentado por inúmeras iniciativas do sistema”, tais como:

- a. obstaculização das políticas educacionais;
- b. manipulação das assistências sociais;
- c. manipulação dos meios de comunicação;
- d. manipulação cultural;
- e. atrelamento das energias associativas.

Existe acesso gratuito, quantitativo, a educação básica, no entanto sem a qualidade devida. Grande parte dos que iniciam, não concluem o ensino fundamental. A política de manter o aluno na escola, respaldada pela “esmola” financeira, simplesmente mantém o pobre como beneficiário eterno, tolhe-se a iniciativa de, pelas próprias mãos, conquistar a sua liberdade. Não bastasse, o governo utiliza-se da política de “pão e circo”, tão bem instrumentalizada pelo governo Romano no século II.

Para Demo (2000, p. 23) a pior parte da obstaculização está “nos maus-tratos impostos aos docentes, tanto no sentido de formação precária, insuficientes para sustentar níveis mínimos de aprendizagem própria e dos alunos, quanto no de desvalorização profissional que os reduz a excluídos também”.

3.5 Educação na era da informação

É fácil perceber, que a revolução da informação tem influenciado todos os setores da sociedade, até mesmo aqueles setores onde menos se espera que possam haver seus reflexos, até lá mesmo ele está presente.

Para (Delors 2000, p. 63) “A digitalização da informação operou uma revolução profunda no mundo da comunicação, o que constitui, sem dúvida alguma, um dos fenômenos mais promissores do final do século XX, caracterizada, em particular, pelo aparecimento de dispositivos multimídia e por uma ampliação extraordinária das redes telemáticas.” (...)

Esta revolução tem provocado, no indivíduo, a necessidade de se adquirir novas competências, pois já não existe mais espaço para as qualificações rotineiras e repetitivas. No ambiente escolar, as mudanças tornam-se ainda mais decisivas e importantes, é a partir da escola que toda sociedade será transformada. Pode-se afirmar ainda, que o indivíduo que não estiver aberto as mudanças, será excluído.

Segundo Delors (2000, p. 190), dois objetivos devem, desde já, orientar esta tarefa:

“assegurar uma melhor difusão de saberes e aumentar a igualdade de oportunidades. (...) Por outro lado, as novas tecnologias oferecem, como instrumentos de educação de crianças e adolescentes, uma oportunidade sem precedentes de responder com toda a qualidade necessária a uma procura cada vez mais intensa e diversificada. (...) Em especial o recurso ao computador e aos sistemas multimídia permite traçar percursos individualizados em que cada aluno pode progredir de acordo com seu ritmo. Oferecem igualmente aos professores a possibilidade de organizar mais facilmente as aprendizagens em turmas de nível heterogêneo. (...) O recurso as novas tecnologias constitui, também, um meio de lutar contra o insucesso escolar.”

Demo (1996, p. 28) argumenta que a “didática transmissiva”, de apenas repasse/absorção do conhecimento, “tende a migrar para os meios modernos eletrônicos de comunicação”, pois: socializam melhor a informação; o acesso é muito mais democrático e fácil; são muito mais motivadores; as expectativas de desenvolvimento no futuro são fantásticas; poupam tempo em favor do processo de construção do conhecimento; mudam a visão da escola e da universidade, bem

como do professor, os quais passarão a centros e atores na construção do conhecimento e não de meros repassadores.

A informática por sua vez, deverá constituir-se em didática construtiva, tipicamente formativa, desdobrando a capacidade lógica, formação do raciocínio abstrato e aprimorando a capacidade dedutiva e indutiva etc.

“Ensinar é uma arte e nada pode substituir a riqueza do diálogo pedagógico. Contudo a revolução mediática abre ao ensino vias inexploradas.” Os avanços relativos a equipamentos de acesso a informação, possibilitam um acesso muito mais rápido e fácil a informação, sem levar em consideração que a quantidade de informação obtida através dos novos meios, multimídia e hipermídia, é incomensurável. O aluno passa a ter uma nova relação com o saber, deixando de ser passivo para ser ativo, ele busca suas próprias informações. Muda também a relação aluno/professor, o professor passa a ser um mediador entre a informação e o aluno. (Delors, 2000, p. 190)

A mudança no mundo moderno está baseada na necessidade de construir conhecimento em vez de permanecer apenas na transmissão. A grande expectativa está em que, pela via eletrônica, o conhecimento disponível possa, cada vez mais, ser acessível a todos, facilitando o processo construtivo e também reforçando a pesquisa passando do aprender para o aprender a aprender e o saber pensar.

Demo (2000, p. 127) dá algumas sugestões para deixar a aprendizagem transmissiva e passar para a “**aprendizagem interativa**”:

- a aprendizagem efetuada a partir da hipermídia, da interatividade, onde uma informação puxa a outra, a aprendizagem é exponencial;
- a aprendizagem se dá através da construção e da descoberta;
- a educação é centrada no aluno, alimentando sua autonomia;
- navegação com autonomia, provocando o aprender a aprender;
- valorizando a aprendizagem permanente, educação é para a vida, propiciada pela educação por meio eletrônico;
- a aprendizagem como diversão, reconquistar a alegria da descoberta, pesquisa e elaboração;
- o professor como facilitador do processo.

As autoridades relacionadas com o ambiente educacional, em todos os níveis (Federal, Estadual, Municipal, públicos e particulares) precisam despertar para a exigência urgente de construir o aprender a aprender dentro da nossa história e nossa cultura. Para isso, devem enfrentar um duplo desafio:

- desenvolver nos professores a capacidade de elaborar material próprio que busque facilitar a aprendizagem, sobretudo pela via eletrônica;
- desenvolver estratégias que possibilitem o aprender a aprender.
(Demo, 1996, p. 28)

Num futuro próximo, os computadores serão tão comuns quanto os televisores, só que com uma enorme vantagem, a televisão é um meio de massa enquanto o computador é um meio pessoal. Isto exige dos profissionais de educação novas competências e habilidades, pois o ambiente educacional será modificado.

“Bem utilizadas, as tecnologias da comunicação podem tornar mais eficaz a aprendizagem e oferecer ao aluno uma via sedutora de acesso a conhecimentos e competências, por vezes difíceis de encontrar no meio local. A tecnologia pode (...), levar professores e alunos a alcançar níveis de conhecimento que, sem ela, nunca poderiam atingir. Meios de ensino de qualidade podem ajudar professores com formação deficiente a melhorar tanto a sua competência pedagógica como o nível dos próprios conhecimentos.” (...) atualmente, o mundo no seu conjunto evolui tão rapidamente que os professores, como alias os membros de outras profissões, devem começar a admitir que a sua formação inicial não lhes basta para o resto da vida: precisam se atualizar e aperfeiçoar os seus conhecimentos e técnicas, ao longo de toda a vida.” (Delors, 2000, p. 161)

Uma pesquisa realizada pela universidade de Laguna, aponta que o papel do computador não é auto-suficiente e que se deve fomentar a interação, facilitar a compreensão dos processos referentes à vida real, promover atividades de generalização, reconhecendo que estas experiências cumprem um importante fator motivacional. O desafio consiste em criar situações que permitam que o estudante utilize ao máximo suas capacidades cognitivas. Litwin (1997, p. 114)

Um aspecto importante sobre o aprender a aprender está relacionado a utilização de meios tecnológicos que efetivem esta aprendizagem. No entanto, somente inserir o computador em sala de aula, como alternativa para o aprender a aprender, não garantem a qualidade educativa. Este resultado vai depender da exploração que o profissional da educação fizer deste recurso.

Para (Liguori, 1997, p. 90) “A utilização dos computadores como recurso didático podem melhorar a aprendizagem sempre que se analise com critérios pedagógicos:”

- a capacidade de: *interação* aluno/informação; *individualização*; *animação*; *simulação*; *retroalimentar* a aprendizagem dos alunos;
- contribuição inovadora para a aprendizagem; possibilite a pesquisa, a aprendizagem por descoberta; propicie a interdisciplinaridade;
- utilização compartilhada, em geral, alunos que trabalham em duplas obtém maiores resultados, ajudam-se mutuamente na interpretação e resolução do conteúdo da lição.

3.6 O que as novas tecnologias podem ajudar e estão ajudando na educação: processos mentais

O início do terceiro milênio aponta para possibilidades extraordinárias em avanços tecnológicos, e traz consigo a perspectiva de avanços na área educacional. A inserção de dispositivos tecnológicos, e de comunicação, buscou transformar a aprendizagem tradicional, pouco atrativa, muitas vezes exclusiva, numa aprendizagem interativa, motivadora, e que socializa o conhecimento.

Esta procura em aproximar a educação e os meios de comunicação, é justificável. Segundo Scheimberg (1997) comunicação e educação é uma via de mão dupla embora, por suas características, alguns meios de comunicação são unidirecionais, pouco interativos, percorrendo o caminho apenas no sentido do comunicador para o receptor, enquanto outros, mais interativos, fazem também o caminho de volta.

Muitos são os meios de comunicação utilizados para fins educacionais. Entre eles, o rádio, a televisão, entre outros. “Assim, o sistema escolar e universitário tem toda a

vantagem em servir-se deles para seus próprios fins. Só para se ter uma idéia, no Japão 90% das escolas já utilizam a televisão como instrumento pedagógico. (Delors. 2000, p. 115)

3.6.1 Teleducação Mediada pelo Computador

Segundo Demo (2000, p. 147) a teleducação a distância mediada pelo computador é definida com base nas seguintes características:

- professor e alunos se mantêm separados, na maior parte do processo;
- professor e alunos desenvolvem o conteúdo unidos pela mídia;
- é uma via de sentido duplo, entre os alunos e o professor;
- o professor e alunos estão separados em espaço e tempo;
- o controle da aprendizagem está nas mãos dos alunos.

A interatividade, possibilitada por este meio de comunicação, não acontece somente entre professor e aluno, mas também entre os próprios alunos, este é um fator importante, pois enriquece ainda mais a aprendizagem. “É fundamental estabelecer ambiente comunitário de aprendizagem, inclusive para superar problemas que a virtualidade poderia ocasionar.”

Com relação a aprendizagem adquirida neste meio, relata que:

“Os resultados deste processo não poderiam ser mensurados pelo número de fatos memorizados e pelo monte de conteúdos regurgitados, mas pela profundidade da aprendizagem e o número de habilidades conquistadas. Evidência de pensamento crítico e conhecimento adquirido (!) são os resultados desejados da aprendizagem. Conseqüentemente, trapacear em exames não poderia ser preocupação em ambiente de teleducação efetiva, pois conhecimento é adquirido (!) colaborativamente através do desenvolvimento da comunidade de aprendizagem” (Demo, 2000, p 148).

Outro aspecto que reforça a aprendizagem adquirida neste meio, está relacionado ao tipo de clientela, e o que motiva as pessoas a procurar por este meio (Demo 2000):

- a busca é voluntária;
- são mais motivados, disciplinados e suas expectativas são mais altas;
- são mais velhos do que a média;
- são mais ativos e criativos e têm atitudes mais séria com respeito ao curso.

Segundo Demo (2000) algumas considerações devem ser levadas a termo para que este tipo de educação tenha os efeitos que se espera. Entre eles:

- o acesso a tecnologia;
- procedimentos flexíveis, gerados pelos participantes, com objetivo de estimular a comunidade de aprendizagem;
- “participação, como exigência da aprendizagem reconstrutiva”;
- aprendizagem colaborativa;
- aprendizagem transformativa;
- “avaliação do processo, para garantir o direito de aprender”;

“A aprendizagem à distância será fenômeno crescente e função natural de qualquer escola” salienta Demo (1996, p. 46) e nisto a eletrônica terá um papel importante.

3.6.2 A Internet

Outro exemplo dos avanços tecnológicos, mediado pelo computador, é a internet, que abre as portas do mundo na tela do computador. Segundo Kerckhove (1997) a internet permite a transmissão de informações muito precisa e coloca o controle nas mãos do usuário pois, as pessoas é que chamam a informação, elas é quem decidem pela sua utilização, desta forma a internet não é considerada invasora da privacidade humana, ao contrário do telefone, que chama na hora que você menos deseja.

A Internet é por si só uma rede de redes fantástica, a possibilidade que ela traduz em poder dispor de milhares de co-processadores, processando paralelamente

informações que estão distribuídas por todo o mundo, torna-a a auto estrada da informação. As informações ali contidas, transformam-se num universo vivo, acessado coletivamente vinte e quatro horas por dia. A Internet permitiu que muitas empresas, bancos, agências de viagens e também empresas de entretenimento, entre outras, oferecessem seus serviços para clientes, nos mais remotos recantos. Ela está no olho do furacão, tudo ao seu redor foi e está sendo transformado. A possibilidade de acesso e de informações dentro da rede, mostra-se surpreendente até para os mais otimistas (Kerckhove, 1997).

Segundo Demo (2000) a internet está contribuindo para transformar alguns conceitos que foram sedimentados com o passar dos anos: as interações humanas e de comunidade. Na internet o acesso a informação é compartilhado, pessoas mais bem informadas tornam-se mais conscientes e comprometidas. A virtualidade deve ser encarada, não como falta de presença, mas como presença mediada por um meio de comunicação.

Um dos grandes problemas do passado, e ainda hoje, está relacionado a utilização de uma nova tecnologia. Em grande parte das vezes, o empenho e o tempo dedicado a aprender como utilizar uma determinada ferramenta, é tão desgastante que muitos usuários desistem de sua utilização. Um longo caminho foi percorrido desde os sistemas operacionais, extremamente técnicos, que só eram utilizados por uns poucos especialistas, até os sistemas operacionais disponíveis no mercado atualmente.

Segundo Kerckhove (1997, p. 139) “o processo de aprendizagem para usar a tecnologia tem que fazer parte do sistema e não ser requerido do utilizador.” Pensarmos que algum tempo atrás, os sistemas operacionais, eram de tal forma complexos que apenas uma minoria de especialistas podiam operá-los. O desenvolvimento de sistemas operacionais, como o *Apple Macintosh* ou *Windows*, acessíveis a um público menos seletivo de usuários, abriram a possibilidade de se desenvolver os computadores pessoais que culminaram com a revolução da informação. Com o avanço do desenvolvimento tecnológico, e os esforços relativos a utilização, que tornou os dispositivos eletrônicos muito mais simples de se utilizar,

o acesso a uma vasta gama de informações, esta disponível, sem sair de casa.

O que não se pode esquecer é que as crianças que hoje ocupam os bancos escolares, na sua maioria, fazem parte da geração que cresceu no ceio de uma enxurrada tecnológica, desde o rádio até o computador. “Para elas, as mensagens que os meios transmitem são ‘verdades’ tão confiáveis como para nós são as verdades de ‘nossos livros’” (Mansur, 1997, p. 155). A criança quando chega a escola traz consigo uma grande bagagem de informações que foram obtidas no seu meio, inclusive nos meios de comunicação.

Krugmen (apud Kerckhove 1997, p. 47) acredita que,

“as crianças criadas em frente à televisão não olhariam para as coisa de forma considerada normal. (...) A televisão ensina as crianças pequenas a “aprender a aprender” de uma forma muito especial, (...) antes mesmo de terem visto um livro. Neste caso as crianças aprendem a aprender por olhadelas rápidas. Mais tarde, (...) tenta compreender a palavra impressa através de olhadelas rápidas. Percebe que isto não funciona. Aprender a ler é um processo difícil, duro e – o que pode ser uma surpresa – algo que é em muitos casos intolerável”.

3.6.3 A Internet e a educação

“A tecnologia mais avançada não tem qualquer utilidade para o meio educativo se o ensino não estiver adaptado à sua utilização. Há, pois, que elaborar conteúdos programáticos que façam com que estas tecnologias se tornem verdadeiros instrumentos de ensino, o que supõe, da parte dos professores, vontade de questionar suas práticas pedagógicas. Além disso, devem ser sensíveis também às modificações profundas que estas novas tecnologias provocam nos processos cognitivos. Já não basta que os professores ensinem os alunos a aprender, têm também de os ensinar a buscar e a relacionar entre si as informações, relevando o espírito crítico.” (Delors, 2000, p. 192)

Saber lidar com o computador e utilizar diferentes elementos (processadores de texto, banco de dados, planilha de cálculo) e *software*’s constituem um conjunto de saberes técnicos e habilidades importantes, no entanto, não significam

necessariamente que se esteja capacitado para realizar a tarefa docente de maneira autônoma. Para poder realizar uma boa prática de ensino, deveríamos acompanhar nossos conhecimentos técnicos, de meio tecnológico, com análises dos pressupostos que prevalecem em nossas próprias crenças, pré-concepções e práticas dentro do contexto político-econômico, social e cultural no qual se insere nosso trabalho docente.

3.7 Anseios tecnológicos X anseios humanísticos

A urgência em conquistar o desenvolvimento tecnológico tem exercido, sobre a sociedade como um todo, uma pressão muito grande, principalmente com relação ao mercado de trabalho, que tem levado o indivíduo a buscar o conhecimento, acima de tudo, para suprir suas deficiências, e a não perder sua posição, muitas vezes conquistada com trabalho árduo. Esta busca pela realização profissional tem afastado o indivíduo da busca pela realização pessoal e espiritual, complementos fundamentais para a harmonia do ser humano. O homem é um ser complexo onde, existe a sua racionalidade, sua busca pela técnica e pelo sentido prático, mas também existe a sua afetividade, o seu amor e estas não podem ser negligenciadas.

“A situação é paradoxal sobre a nossa Terra. As interdependências multiplicaram-se. A consciência de ser solidários com a vida e a morte, de agora em diante, une os humanos uns aos outros. A comunicação triunfa, o planeta é atravessado por redes, fax, telefones celulares, modems, internet. Entretanto, a incompreensão permanece geral. Sem dúvida, há importantes e múltiplos progressos da compreensão, mas o avanço da incompreensão parece ainda maior.” (Morin, 2000, p. 93)

Para a comissão que desenvolveu estudos que fazem parte do Relatório Delors (2000, p. 15) os programas escolares estão sobrecarregados, no entanto, incluir deve-se na educação básica, disciplinas que ajudem os estudantes a conhecerem melhor a si mesmo (espírito e corpo, inteligência, sensibilidade, sentido estético, responsabilidade pessoal, espiritualidade), e aos outros, assim como a relação destes com a natureza, e também despertar em todos, respeitando o pluralismo e as convicções de cada um, “a elevação do pensamento e do espírito para o universal e para uma espécie de superação de si mesmo”.

O ensino secundário deve desempenhar junto dos alunos um papel cada vez mais importante na formação das qualidades de caráter de que necessitarão, mais tarde. Os alunos devem poder adquirir na escola instrumentos que os habilitem, quer a dominar as novas tecnologias, quer a enfrentar os conflitos e a violência. É preciso cultivar neles a criatividade e a empatia de que terão necessidade para serem, na sociedade de amanhã, cidadãos ao mesmo tempo atores e criadores.

Cardoso (1999, p. 49) afirma que a “ciência caminha para ampliar o encontro com o espírito”, e que o mundo passará a exigir uma nova humanidade. Fundamentalmente o que se espera do “homem” de hoje, é que ele seja:

- ativo e auto-determinado: características preconizadas pelas teorias construtivistas e almejadas pelos pedagogos;
- pacífico: a educação substitui a força;
- solidário: valorização crescente de todas as forças de trabalho;
- auto-consciente: pela busca da felicidade, do bem estar e da paz;
- intuitivo e dotado de visão holística: a intuição será uma das “novas” qualidades do homem no próximo século;
- pleno de amor: estar pleno de amor é o fruto de viver sem medos e ansiedades. O amor descarta a competição, o egoísmo, a inveja e suas decorrências;
- sensível ao belo e criativo: valorizar o belo, com ele conviver, saber apreciá-lo e produzi-lo serão exigências de uma nova humanidade;
- voltado ao espiritual: espiritualidade em oposição ao materialismo.

Educar para a totalidade é levar o educando a uma nova leitura do mundo em que vive, sem fantasias e também sem a perspectiva catastrófica. A idéia de totalidade e globalidade faz-se urgente na educação para a solução da guerra social que está lá fora. A busca está em ensinar o ser humano a conquistar a felicidade, construindo uma sociedade melhor, mais justa.

Para (Morin, 2000, p. 61) “A educação devera mostrar e ilustrar o destino multifacetado do humano: o destino da espécie humana, o destino individual, o destino social, o destino histórico, todos entrelaçados e inseparáveis. Assim, uma

das vocações essências da educação do futuro será o exame e o estudo da complexidade humana.”

Para o mesmo autor, existem algumas correntes sociais que buscam transformar algumas relações sociais no século XXI. Estas correntes, na verdade, são denominadas por ele de contra-correntes, pelo fato de que estas se opõem as correntes atuais da sociedade que buscam entre outras coisas: degradar a natureza; desprezar a qualidade, principalmente a qualidade de vida; prima pelo consumo desenfreado; primam pelo lucro e por último busca pela violência.

Cardoso (1999) aponta algumas das escolas que estão educando o homem para esta nova visão da sociedade, como: aquelas baseadas na pedagogia Waldorf, a Rosacruz, no movimento Sai Baba e na Filosofia Unívérica. Todas estas escolas procuram tratar o indivíduo de forma completa: corpo, mente e espírito, buscando inserir este indivíduo num ambiente social.

3.8 Conclusão

Os desenvolvimentos tecnológicos que marcaram os últimos anos abrem inúmeras possibilidades para o ambiente educacional. Muitos fatores devem ser considerados quando se objetiva introduzir uma nova tecnologia para auxiliar no processo de aprendizagem. Entre eles:

- como a aprendizagem acontece;
- como a aprendizagem exerce influência nos comportamentos humanos;
- se o meio escolar está preparado para receber as novas tecnologias;
- se as tecnologias podem ajudar no processo de ensino-aprendizagem;

Para efetivar as contribuições tecnológicas na educação buscou-se, descrever inicialmente quais as relações fundamentais inseridas dentro do processo de aprendizagem propriamente dito, ou seja: quando se inicia a educação e de que forma se processa no indivíduo. Buscar conhecer as limitações e potencialidades individuais favorecem o desabrochar de uma educação mais completa. Reconhecer

os meandros do processo de absorção do conhecimento, cria argumentos que valorizam a aquisição deste, não como o ato de copiar uma infindável quantidade de conceitos, que muitas vezes não faz o menor sentido, mas como ato transformador da sociedade, que o processo educativo estabeleça relação com o meio ambiente e com as relações sociais, e que isto permita a todos os envolvidos no processo perceber que a atividade de aprender é para a vida, e que este não acaba na obtenção de um título.

A educação formalizada, que acontece no ambiente da escola precisa, necessariamente, ser reconstituída, não somente nos preceitos de valorização humana, mas na própria abertura para a inserção das novas tecnologias. A educação formal está longe de ser ideal, e simplesmente acreditar que introduzir uma determinada tecnologia no ambiente escolar vai resolver o problema, é excesso de otimismo ou pura negligência daqueles que estão imbuídos desta tarefa. Reconhecer estes fatores ajudam na tomada de decisão de se utilizar um meio tecnológico no ambiente educacional, formal ou não.

A Internet mostra-se como uma possibilidade ímpar para se desenvolver ambientes de ensino, pela grande facilidade, e disponibilidade de acesso. É neste meio eletrônico que foi desenvolvido o ambiente hipermídia para o ensino de geometria.

No capítulo seguinte, será descrito como foi desenvolvido o ambiente hipermídia e de que forma o conteúdo será abordado. A associação da geometria com a arte, é uma tentativa de colocar o homem num contexto histórico e de realização da humanidade, objetivando com isto a sua ascensão pessoal.

Capítulo 4: Descrição do Ambiente Proposto

4.1 Introdução

Desenvolver estratégias que possibilitem ao aluno a apropriação do conhecimento, tem se tornado o objetivo de muitos pesquisadores. Segundo Pereira (2001, p. 79) o estágio das novas tecnologias e o ensino tradicional, apresentando queda constante na sua qualidade, demandam “preocupação em desenvolver métodos e ferramentas voltadas para a realidade e para o contexto do aluno”. A informática, principalmente na última década, abriu as portas para o desenvolvimento de novas estratégias. Os sistemas de ensino auxiliado por computador (CAI – *Computer Assisted Instruction*), surgiram como vanguarda desta tecnologia.

Os sistemas CAI tem sua aplicação nos mais diversos campos do saber, e a geometria, particularmente, é um solo fértil para esta implementação. Para Niquini (1996, p. 67) “as razões para este interesse estão ligadas à existência das múltiplas possibilidades de representações gráficas produzidas pelo computador”. O computador possibilita construir representações que sem ele seriam praticamente impossíveis.

Criar uma associação entre o computador e outras mídias, significa produzir um ambiente eficaz para o ensino, pois segundo Bugay (2000, p. 5) “permite, através da combinação adequada das diversas formas de mídia e da interatividade que ela proporciona, estimular o desenvolvimento da percepção e do aprendizado”. É nesta associação que nascem os ambientes hipermídia voltados para o ensino.

4.2 Hipermídia

Segundo Ulbricht (1997, p. 80) a *hipermídia* é a combinação entre o *Hipertexto* e a *Multimídia*, e pode ser caracterizada pelo “uso através do computador de textos, gráficos, sons, imagem, animação, simulação, processamento de programas e vídeo”. Desta forma, a *Hipermídia* é uma “poderosa ferramenta de transmissão do conhecimento”.

A *hipermídia*, é caracterizada aqui pela função de mediadora, que busca transformar conteúdos de geometria, que em alguns casos são um terreno árido, de difícil compreensão, num terreno mais fértil, onde os conteúdos possam ser explorados de maneira palpável, onde o usuário, aprendiz, pode manipular os elementos geométricos de forma interativa. Além disso, estimulem o estudante à auto-aprendizagem e ajudem a construir sua função cognitiva.

O ambiente hipermídia, aqui proposto, cuja denominação é “**AMBIENTE HIPERMÍDIA PARA O ENSINO DOS POLIEDROS DE PLATÃO, REGULARES E CONVEXOS**”, é parte integrante de um *software* maior, denominado “Geometrando – Caminhando no tempo com a Geometria” que foi descrito por Vanzin (2001, p. 81) e está disposto na íntegra no Anexo 1.

Segundo Pereira (2001, p. 79) “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”. Desta forma, “o aprendiz poderá, se valendo dos recursos da hipermídia, estudar geometria de forma construtiva interagindo com a mesma”.

4.3 Metodologia Utilizada na construção do ambiente

O método é conceituado de diversas formas, levando-se em conta o objetivo de cada autor. Lakatos (1991, p. 40) a partir do conceito proposto por vários autores, sintetizou-o da seguinte forma: “O método é o conjunto das atividades sistemáticas e racionais que, com maior segurança e economia, permite alcançar o objetivo – conhecimentos válidos e verdadeiros –, traçando o caminho a ser seguido, detectando erros e auxiliando as decisões do cientista.” Este conjunto de atividades não é estanque, e varia de acordo com os objetivos pertinentes a cada pesquisa em particular.

O método utilizado na pesquisa dependerá de vários fatores: natureza do fenômeno estudado, o objeto de pesquisa, recursos financeiros, a equipe de trabalho e outros elementos que venham a surgir e deverá levar em consideração a proposição do problema, a formulação das hipóteses e delimitação do universo da pesquisa. No

entanto, em geral, no universo das pesquisas não são utilizados apenas uma técnica ou método, mas sim, uma combinação entre todos os métodos necessários, usados de forma inter-relacionada Lakatos (1996, p. 28).

Desta forma, para se chegar ao **Ambiente Hipermídia para o Ensino dos Poliedros de Platão, regulares e convexos**, optou-se por escolher uma composição entre os métodos existentes. Esta opção, no entanto, leva em consideração o cumprimento de algumas etapas relevantes para se alcançar os objetivos propostos. A metodologia utilizada, proposta por Pereira (2001, p. 84), está apresentada na figura 4.1.

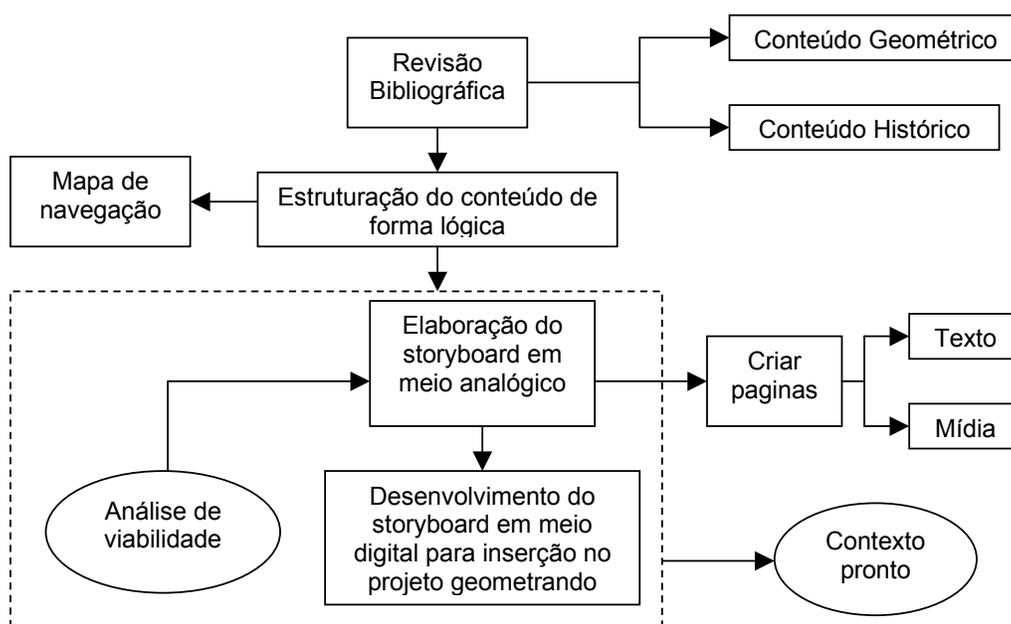


Figura 4.1 Organograma metodológico (figura modificada)
 Fonte: Pereira (2001, p. 84)

4.4 Revisão e estruturação do conteúdo

Segundo Pavanello (1993) nota-se um gradual abandono do ensino de geometria nas escolas, muitos foram os fatores que levaram a este abandono. Paralelamente, pode-se também notar, de maneira geral, em algumas bibliografias consultadas, que os assuntos de geometria são colocados nas últimas páginas dos livros didáticos. Esta opção, aparentemente despropositada, carrega no seu âmago fatores relevantes para esta escolha, quais sejam: os professores raramente conseguem

alcançá-lo, devido ao calendário sempre insuficiente e também, o que é mais grave, por sua falta de preparo e qualificação, em muitos casos, os conteúdos não chegam a ser trabalhados.

No entanto, os conteúdos de geometria, quando abordados nos livros didáticos, de forma geral, são abordados de maneira superficial, sem aprofundar suas propriedades e as conseqüências de suas definições. Desta forma, conforme figura 2.5, descrito no capítulo II, foi construído desde a raiz, o conteúdo dos Sólidos de Platão.

Outro aspecto está relacionado a história da geometria e também aos movimentos artísticos, que compõem o *software*. Segundo Pereira (2001, p. 80), “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, ciências e mesmo nas musicais.” Esta pesquisa buscou descobrir, composições artísticas, de diversos autores, que em suas representações utilizaram elementos geométricos relativos aos cinco Sólidos de Platão.

Os movimentos artísticos escolhidos para este estudo foram o “Surrealismo” e a “Arte abstrata”. Esta escolha foi motivada pela observação de que vários artistas deste período, como: Salvador Dali, Juan Miró, Carlo Carrà, Victor Vasarely e Maurits C. Escher, utilizaram em suas composições, a representação de vários elementos geométricos, neste caso em particular os Sólidos de Platão.

Da forma como o *software* GEOMETRANDO está estruturado, permite que o usuário possa percorrer todas as geometrias, paralelamente a história da arte, de forma lógica e interligada. O acesso aos vários conteúdos de geometria pode ser feito por mais de um dos troncos. Assim, dependendo do grau de conhecimento que o usuário tenha de geometria, poderá chegar ao assunto dos Sólidos de Platão, por um destes caminhos.

4.5 O Acesso ao Ambiente de Ensino e a Navegação

O usuário, ao acessar o ambiente hipermídia, terá a sua disposição algumas telas, de apresentação, que darão as primeiras informações gerais. Em seguida, será convidado a efetuar um cadastro, com seus dados pessoais. A parte seguinte é composta por informações do sistema, quanto a sua navegabilidade, e orientação sobre uso de botões. O acesso aos assuntos, neste caso em particular, os Sólidos de Platão, poderá ser efetuado por mais de um dos troncos, ou acessos, conforme está representado na figura 4.2.

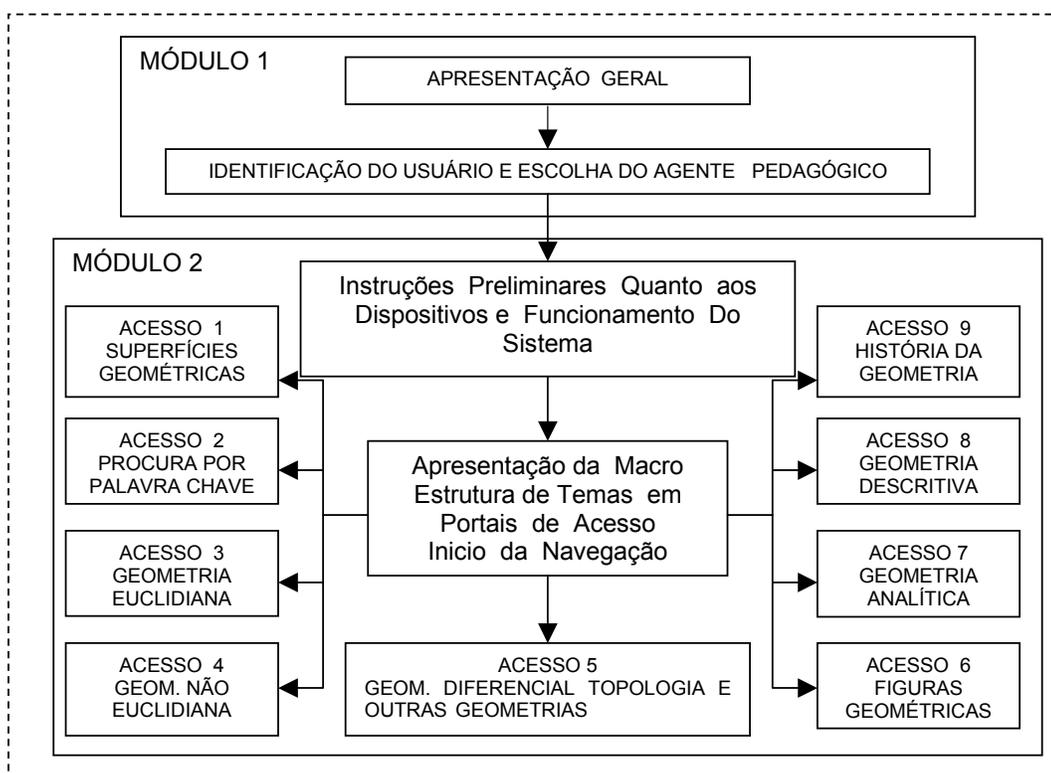


Figura 4.2 Estrutura do Geometrando - Caminhando no Tempo com a Geometria

Fonte: Vanzin (2001, p. 86)

Este acesso vai depender do grau de conhecimento que o usuário possua de geometria. Se o usuário for um especialista, poderá acessar os Sólidos de Platão, por um dos troncos disponíveis. Do contrário, se não tiver este conhecimento, poderá acessá-lo por “palavra chave”, o que é outra possibilidade, e não requer que o usuário identifique o caminho para chegar a este assunto.

Após efetuar sua escolha, o usuário terá acesso ao assunto escolhido. As telas subsequentes, são distribuídas, entre telas que só possuem informações, relativas ao assunto estudado, que serão relevantes para a seqüência de seus estudos, e telas que possuem perguntas, para avaliar o entendimento do aprendiz, em relação as informações fornecidas.

As telas que possuem pergunta, evidentemente, possuem respostas corretas e respostas incorretas. Caso a resposta seja correta, o aprendiz prosseguirá seus estudos sem interrupções, na seqüência lógica do assunto. Caso a resposta seja incorreta, o ambiente conduzirá o aprendiz a uma nova tela, que busca dar mais informações a respeito do assunto, que ainda não domina, no sentido de muní-lo de mais informações. Esta nova informação poderá ser outra pergunta ou algum comentário que o ajudará na compreensão do conteúdo estudado. Em seguida, será novamente questionado, só que a pergunta agora foi reestruturada, dando nova oportunidade de interpretação .

Segundo Pereira (2001, p. 81) o ambiente possibilitará que o aluno faça:

“a interação através de botões que estão disponíveis na tela, podendo clicar sobre ela e arrastar para fora da mesma, explorar estática ou dinamicamente determinadas figura, fazer alterações, responder perguntas pertinentes, formular conclusões através do 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 neste ambiente, fará o papel de mediador, levando o aluno a aprender a aprender.”

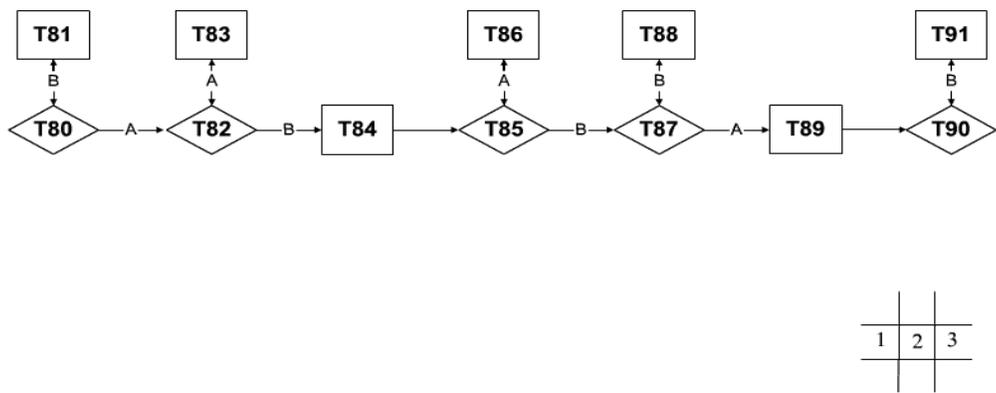
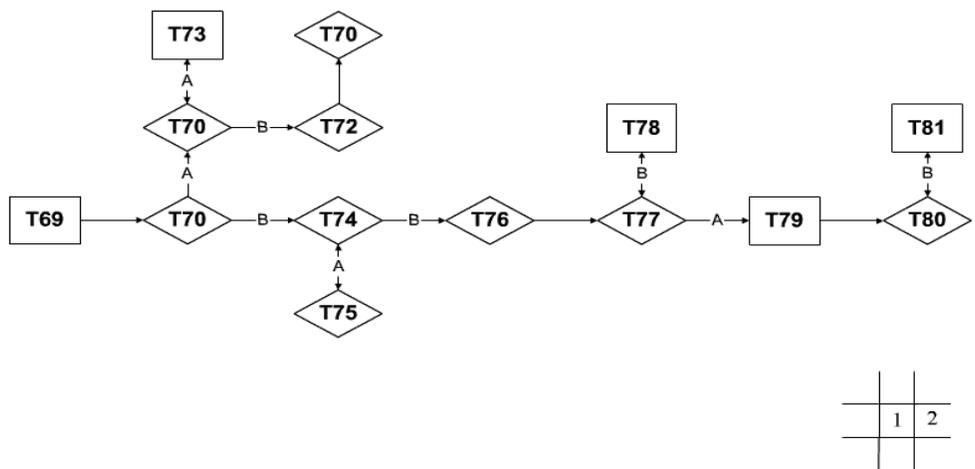
O módulo Poliedros de Platão, Regulares e Convexos, é composto por 98 telas. A seqüência das telas esta representado no fluxograma a seguir, figura 4.3. Estas telas foram implementadas em duas etapas: primeiro a elaboração do “*storyboard*” em meio analógico e segundo a implementação do “*storyboard*” em meio digital para inserção no ambiente hipermídia.

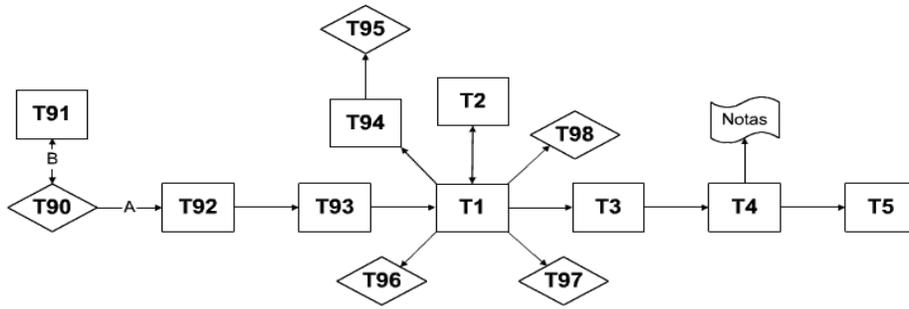
4.5.1 Fluxograma do *software* “Poliedros de Platão”

O fluxograma figura 4.3, está acompanhado de uma “legenda” para que o leitor possa interpretar o significado de cada símbolo.

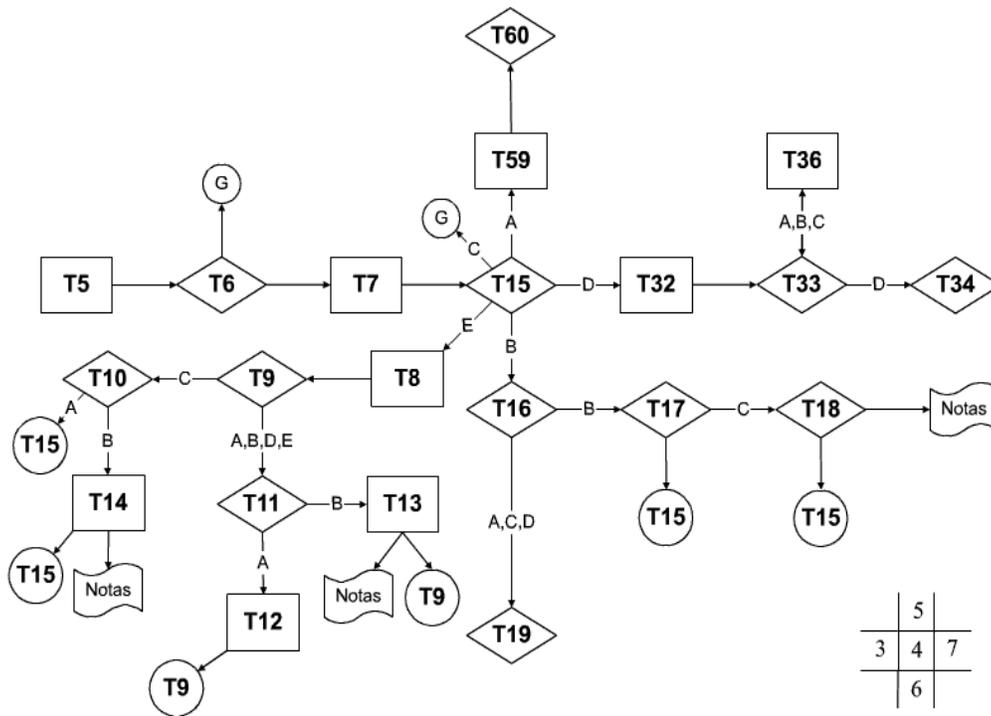
Figura 4.3 Fluxograma do software “Poliedros de Platão, Regulares e Convexos”

Poliedros de Platão, Regulares e Convexos

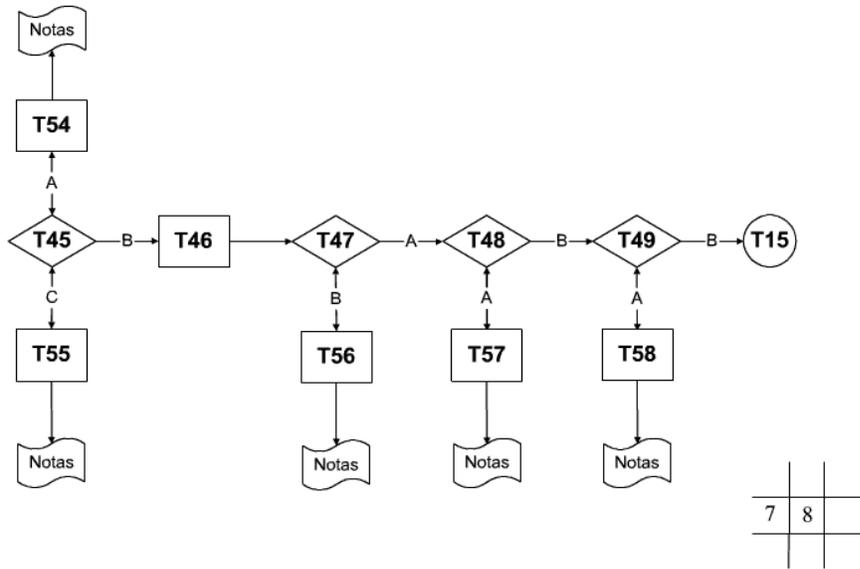
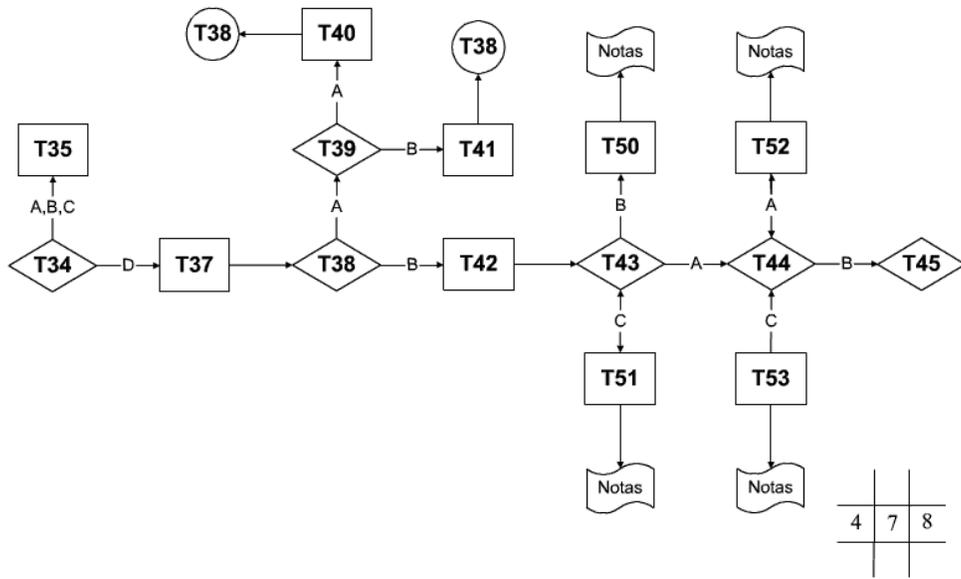




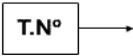
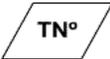
2	3	4



	5	
3	4	7
	6	



Legenda

	Tela sem pergunta		Tela com hiperlink intertextual		Tela com impressão
	Tela com pergunta (X é a resposta)		Procurar o professor		Auto avaliação
	Salto para a tela Nº		Vai para a tela Nº		Animação
	Salto para a tela Nº da época x de outro módulo		Link para o glossário		Caderno de notas
	Módulo Arte				

4.6 Simulando a navegação

Não será apresentada toda a seqüência de telas que representa o módulo “Poliedros de Platão, Regulares e Convexos”, o objetivo é apenas exemplificar a navegação dentro do ambiente.

Um sólido, para ser qualificado como um “Sólido de Platão”, deve atender um conjunto de propriedades, que serão exploradas individualmente em cada tela, no entanto, o usuário será alertado sobre quais propriedades já teve acesso, possibilitando a integração dos conceitos.

A Tela nº 69, mostrada na figura 4.4, faz uma introdução ao assunto dos Sólidos Platônicos. Nesta tela, a obra “Stars” do pintor Maurits C. Escher, cuja composição apresenta, entre outros poliedros, os cinco Sólidos de Platão. Por este motivo esta obra será bastante utilizada. No decorrer do estudo, os elementos desta obra serão ressaltados, possibilitando salientar as propriedades e características particulares dos Sólidos Platônicos.

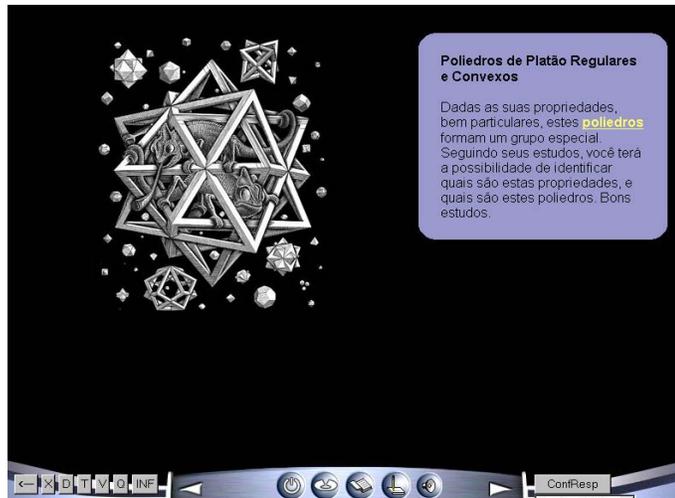


Figura 4.4 Tela nº 69 – Introdução ao assunto dos sólidos platônicos

A palavra, “Poliedros” localizado no texto, é uma “hot word”. “Hot word’s” são links que encaminham o usuário para uma outra tela, ou para o glossário. Neste caso, a “hot word”, encaminha para o glossário, onde o usuário encontrará o conceito de “Poliedro”. No glossário, o usuário tem ainda a possibilidade, em alguns casos, de linkar com outros conteúdos que tem relação com o termo descrito naquela tela. Após a leitura das informações, se o usuário não tiver interesse sobre esta “hot word”, ao clicar em segue e sistema encaminha o usuário para a tela nº 70, mostrada na figura 4.5.

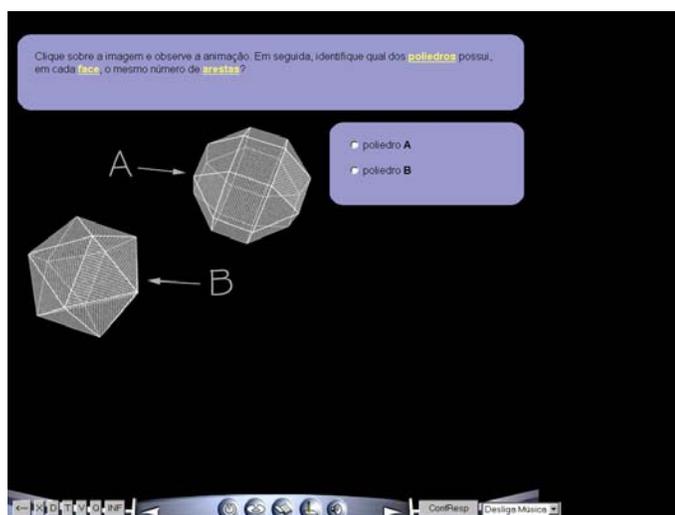


Figura 4.5 Tela nº 70 – Identificando 1ª propriedade: nº de arestas por face

Na tela nº 70, procurou-se identificar a primeira propriedade que qualifica um “Poliedro de Platão”, qual seja, se todas as suas faces possuem o mesmo número de arestas. Para isto, dois poliedros foram ressaltados na obra, onde um deles atende a condição e outro não. Caso a resposta seja correta, resposta “b”, o sistema encaminha o aluno para uma nova tela, tela nº 74, mostrada na figura 4.9, onde uma nova propriedade será explorada. Do contrário, se a resposta for errada, resposta “a”, o sistema encaminha o usuário para a tela nº 71, mostrada na figura 4.6.

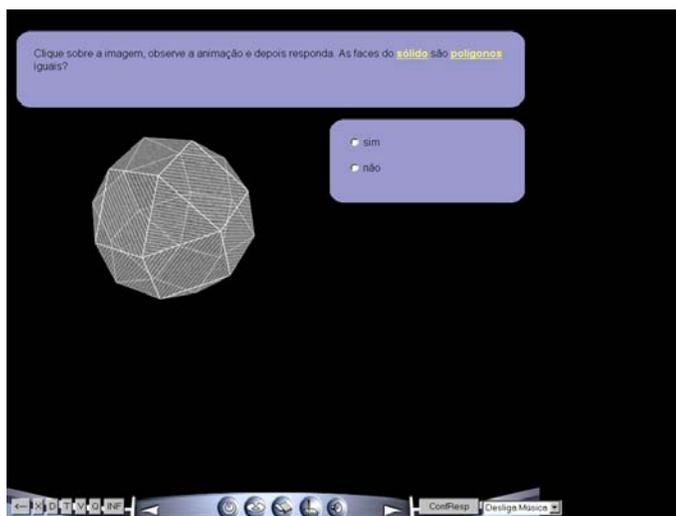


Figura 4.6 Tela 71 – Identificando o erro cometido na tela 70 (sólido com todas as faces iguais)

Na tela nº 71, procurar-se-á resolver o erro cometido na tela nº 70, onde o usuário respondeu que o poliedro em questão possuía, em todas as faces o mesmo número de arestas. No entanto, esta resposta não é verdadeira, pois o poliedro escolhido não possui, em cada face, o mesmo número de arestas. Assim, o poliedro foi separado e a pergunta será refeita, buscando o entendimento do usuário. A pergunta agora, esta relacionada as faces do poliedro, uma vez que um poliedro com faces diferentes não pode possuir o mesmo número de arestas em cada face. Neste ponto, o usuário tem duas opções: se a sua resposta for “sim”, ou seja, o poliedro possui todas as faces iguais, então será encaminhado para a tela nº 73, mostrada na figura 4.7. Do contrário, será encaminhado para a tela nº 72, mostrada na figura 4.8.

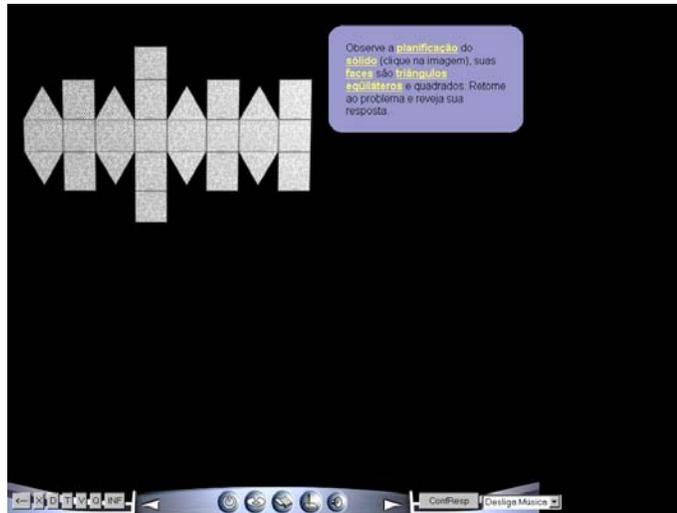


Figura 4.7 Tela 73 – sólido planificado mostrando que as faces diferem

Na tela nº 71, o usuário respondeu que o sólido em questão, possuía todas as faces iguais. Esta resposta não é verdadeira, pois o poliedro possui faces triangulares e quadrangulares. Assim, na tela nº 73 optou-se por planificar o sólido, para que o usuário perceba a diferença entre as faces. Desta forma, ele poderá retornar ao problema original, tela nº 70, e rever sua resposta.

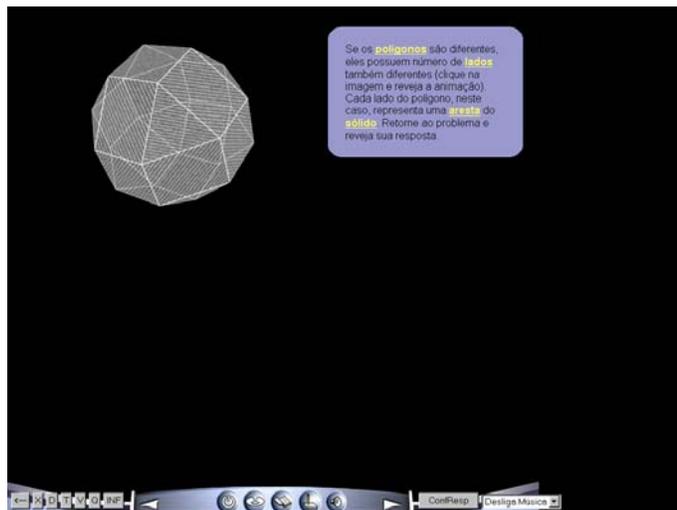


Figura 4.8 Tela 72 – identificando que o sólido não possui em cada face o mesmo nº de arestas

A tela nº 72, estabelece uma relação entre o número de arestas em cada face do poliedro e o número de lados do polígono. Assim, se as faces do sólido são polígonos iguais, o número de arestas em cada face, também deve ser igual.

Portanto, o usuário será encaminhado ao problema original, tela nº 70, para rever sua resposta.

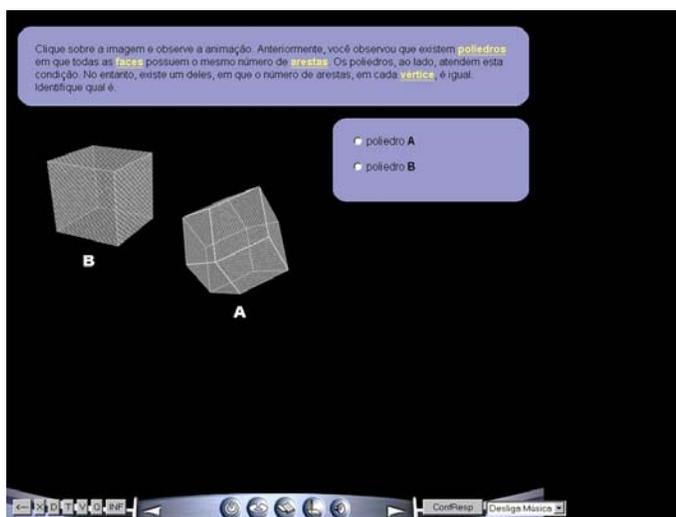


Figura 4.9 Tela 74 – identificando 2ª propriedade: nº de vértice por aresta

Na tela nº 70, o usuário pode identificar a primeira propriedade dos Poliedros de Platão. Ele identificou, corretamente, qual dos poliedros possui, em cada face, o mesmo número de arestas. Assim, foi encaminhado, pelo sistema, para a tela nº 74, figura 4.9, onde terá acesso a segunda propriedade dos poliedros de Platão, ou seja, identificar, se o número de arestas, em cada vértice, é igual. Se o usuário responder corretamente, resposta “b”, o sistema o encaminha para uma nova tela, tela nº 77, figura 4.10, onde uma nova propriedade será explorada. Do contrário, se a resposta for errada, resposta “a”, o sistema o encaminha para outra tela, tela nº 75, figura 4.11, onde um tratamento de erro será efetuado. O tratamento de erro, é sempre feito através de uma nova pergunta, possibilitando ao usuário adquirir o conhecimento de forma construtiva.

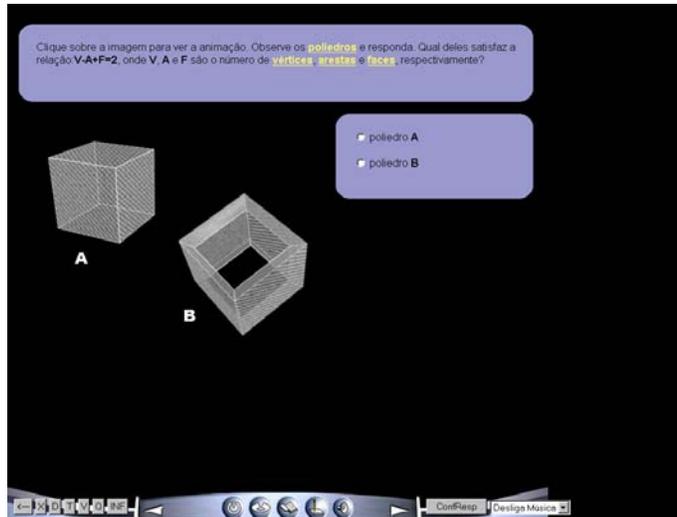


Figura 4.10 Tela 77 – Identificando a 3ª propriedade: relação de Euler

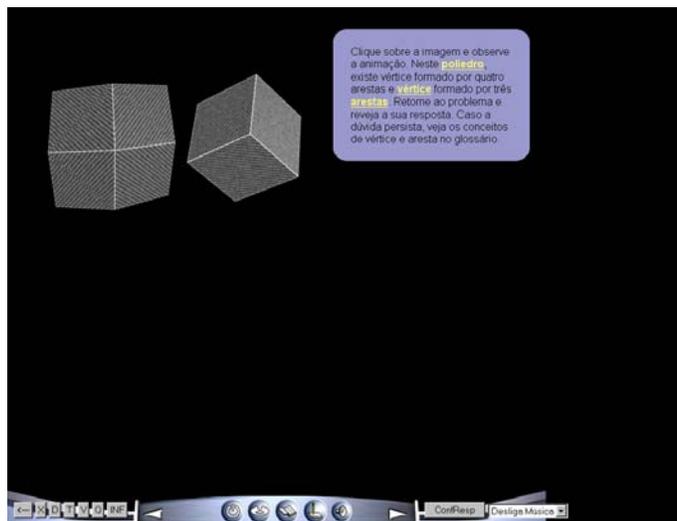


Figura 4.11 Tela 75 – identificando que o sólido não possui em cada vértice o mesmo nº de arestas

O usuário terá, nas telas subseqüentes, a possibilidade de reconhecer outras propriedades relativas aos “Sólidos Platônicos”. Cada uma destas propriedades é explorada, de forma semelhante a simulação acima. Após ter percorrido a primeira parte deste módulo, e ter acesso as propriedades, o usuário se encontra na tela nº 92, figura 4.12, onde os cinco Poliedros de Platão, Regulares e Convexos, são identificados, como os únicos poliedros que satisfazem as propriedades exploradas anteriormente.

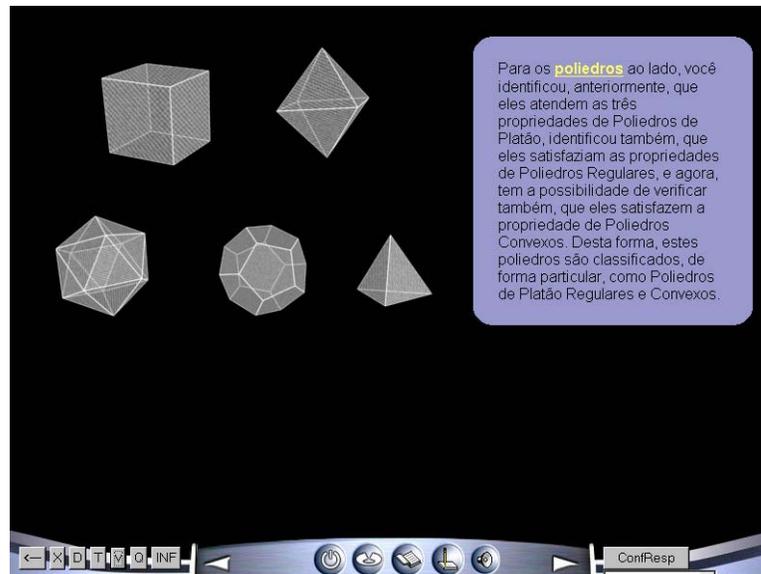


Figura 4.12 Tela 92 – identifica os cinco sólidos platônicos

Após o usuário ter explorado todas as propriedades, e reconhecer os cinco Poliedros de Platão, Regulares e Convexos, ele poderá, se assim desejar, estudar individualmente cada um dos sólidos. Esta opção é feita na tela nº 1, figura 4.13.

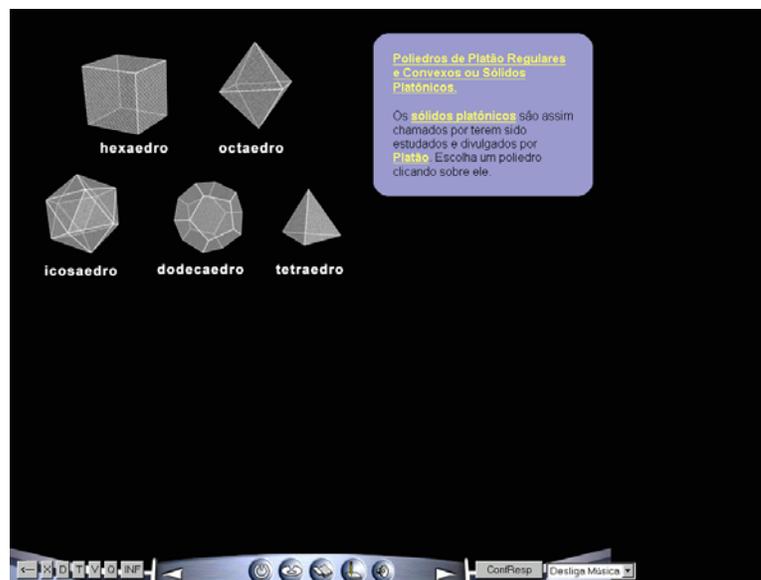


Figura 4.13 Tela 1 – escolha de um sólido para estudo

Ao clicar sobre cada um dos sólidos, o sistema encaminha o usuário para o estudo individual de cada um deles. Imaginar-se-á, nesta simulação, que ele tenha optado em estudar o cubo ou hexaedro regular. Assim, o sistema encaminha o usuário para a tela nº 15, figura 4.14. Esta tela funciona como uma central de distribuição, onde o

usuário tem a opção de escolher sobre qual assunto tem interesse em estudar naquele momento.

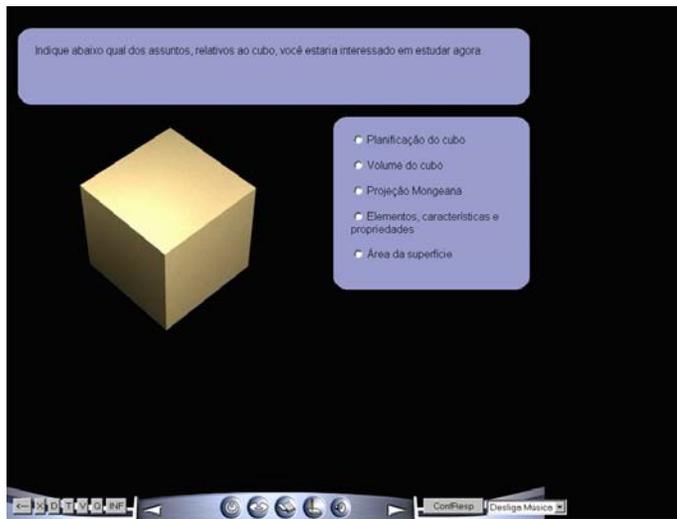


Figura 4.14 Tela 15 – escolha de qual assunto do hexaedro estudar

Se a sua opção foi feita por estudar a área da superfície do cubo. O sistema vai encaminhá-lo para a tela nº 8, figura 4.15.



Figura 4.15 Tela nº 8 – introdução ao assunto da área da superfície do cubo

A tela nº 8, figura 4.15, descreve alguns aspectos relativos ao abstracionismo. O abstracionismo é um movimento pertencente a Arte Moderna, cujo escultor, *Sol Lewitt* é integrante. Esta tela é composta pela obra denominada “Dois cubos modulares abertos meio desencontrados de *Sol Lewitt*”, onde será feita uma pequena introdução ao assunto. É nesta obra, que serão trabalhados alguns

conceitos relativos a área da superfície do Cubo. Ao clicar em segue, o sistema encaminha o usuário para a tela nº 9, figura 4.16.

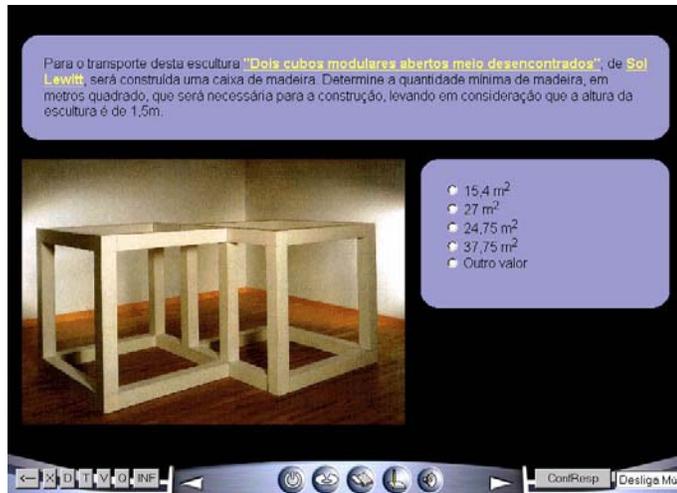


Figura 4.16 Tela nº 9 – cálculo da área da superfície do cubo

Na tela nº 9, figura 4.16, um problema prático é proposto ao usuário, qual seja, determinar a quantidade mínima de madeira necessária para se construir uma caixa, onde será transportada a escultura de Sol Lewitt. Assim, o usuário terá de calcular a área total da obra. A única informação que lhe foi dada, se refere a altura da obra, o que é um dado suficiente. Para este cálculo, o usuário deverá saber, previamente, como se calcula a área de um paralelepípedo. Ele fará seus cálculos e vai escolher uma das respostas sugeridas. Caso a resposta seja correta, item “c”, o sistema vai encaminhá-lo para a tela nº 10, figura 4.17, do contrário, será encaminhado para a tela nº 11, figura 4.18. A seguir, serão analisados os dois casos.

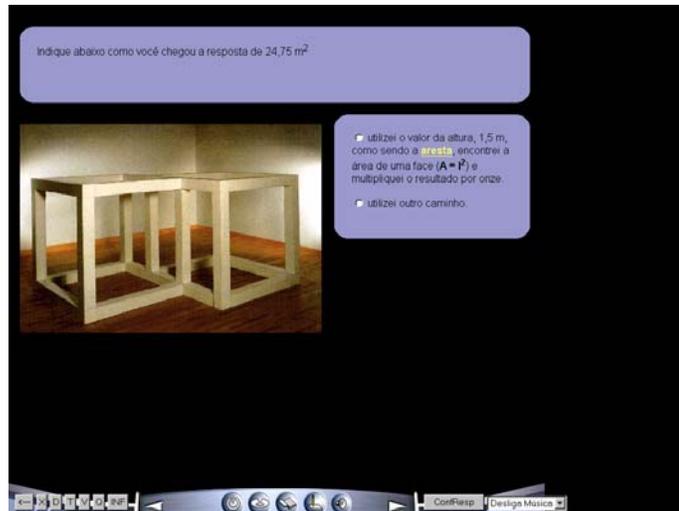


Figura 4.17 Tela nº 10 – identificar como o usuário chegou a resposta correta na tela 9

O usuário chegou a tela nº 10, figura 4.17, após ter respondido corretamente a pergunta feita na tela nº 9. O objetivo, nesta tela, é saber como o usuário chegou a resposta correta, que tipo de raciocínio utilizou para encontrá-la. A fórmula para o cálculo, no entanto, aparece aqui implicitamente. Se ele fez a opção pelo primeiro item, denota que ele domina o conceito de área, e o sistema vai encaminhá-lo para a tela nº 15, figura 4.14, onde poderá escolher outro item para estudo. Caso ele não tenha utilizado o caminho sugerido, e tenha respondido a letra “b”, o sistema vai encaminhá-lo para a tela nº 14, figura 4.21, que será descrita posteriormente.

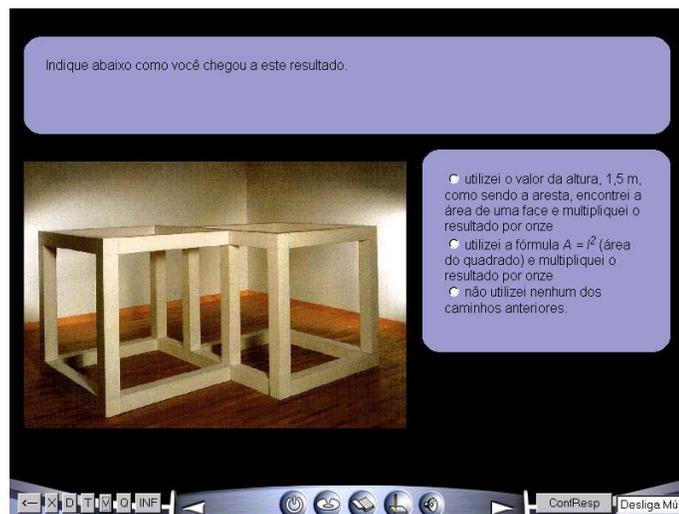


Figura 4.18 Tela nº 11 – identificando qual erro foi cometido na tela 9

O usuário chegou a tela nº 11, após ter respondido errado a pergunta feita na tela nº 9, figura 4.16. O que será analisado nesta tela, está relacionado ao tipo de erro que o usuário cometeu. Seu erro pode ser conceitual, por não ter idéia de como se calcula a área, ou pode ser um erro simples, de cálculo mal feito. Se ele optar pela primeira resposta, o sistema o encaminhará para a tela nº 12, figura 4.19, do contrário, se optou pela segunda resposta, o sistema vai encaminhá-lo para a tela nº 13, figura 4.20. Ambas as telas nº 12 e 13 serão descritas a seguir.

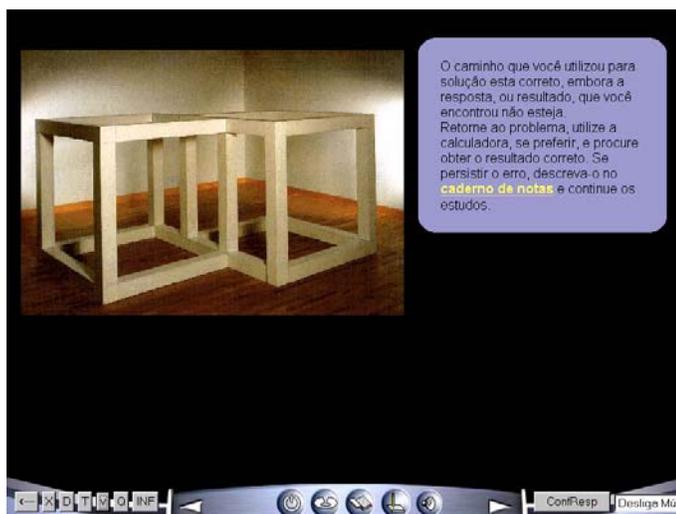


Figura 4.19 Tela nº 12 – identificando que o caminho para a solução está correto embora a resposta não esteja

O usuário chegou a tela nº 12, figura 4.19, após ter respondido errado a pergunta feita na tela nº 9, figura 4.16. No entanto, o fato de ele ter errado não caracterizou que ele não soubesse como encontrar a solução correta, e isto foi constatado na tela nº 11, figura 4.18. Na tela nº 11 ele foi questionado sobre seu erro, e pela sua escolha, item “a”, mostra que ele sabia o que deveria ser feito, no entanto, cometeu, possivelmente, um erro de cálculo. Assim, nesta tela ele tem a possibilidade reconhecer seu erro e retornar para a tela nº 9, figura 4.16, para refazer os cálculos.

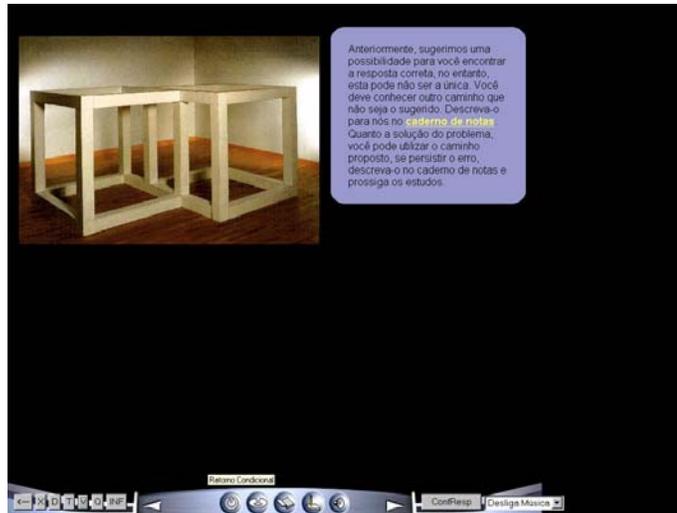


Figura 4.20 Tela nº 13 – identificando caminho utilizado para a solução do problema proposto na tela 9

O usuário chegou a tela nº 13, figura 4.20, após ter respondido errado a pergunta feita na tela nº 9, figura 4.16. Existe a necessidade de investigar o que motivou o seu erro, desta forma, o sistema o encaminhou para a tela nº 11, figura 4.18, que tem por objetivo descobrir que tipo de erro o usuário cometeu, ou seja, se ele sabe calcular a área, mas errou as contas, item “a”, ou se não sabe calcular, item “b”. Como optou pelo item “b”, ou seja, não utilizou o caminho sugerido para a solução, nesta tela, nº 13, ele será questionado sobre outro caminho possível que reconhece, ou então, ele realmente não sabe a solução, e então este caminho será sugerido, para que possa resolver o problema.

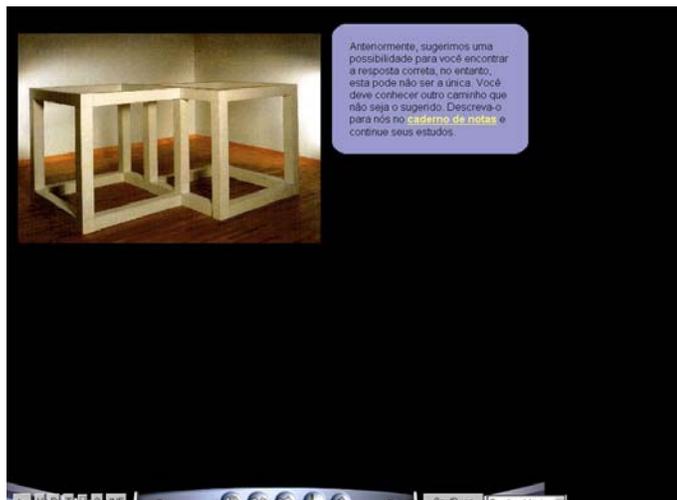


Figura 4.21 Tela nº 14 - identificar como o usuário chegou a resposta correta na tela 9

O usuário chegou a esta tela nº 14, figura 4.21, da seguinte forma. Após ter respondido corretamente, resposta “b”, a pergunta feita na tela nº 9, figura 4.16. Em seguida, o usuário foi conduzido a tela nº 10, figura 4.17, e questionado sobre qual o caminho que ele utilizou para encontrar a solução correta. Ele pode ter utilizado o caminho sugerido, ou ter utilizado um outro caminho. Na tela nº 14, figura 4.21, será solicitado então que descreva no “caderno de notas” qual foi o caminho utilizado.

4.7 Conclusão

Esta simulação é apenas uma pequena parte do *software*, no entanto, serve para ilustrar algumas das potencialidade deste *software*. Existiu, durante a construção do módulo que foi apresentado, a preocupação de levar em consideração não só os erros, mas também os acertos que o usuário comete. O usuário é sempre questionado, sobre como obteve um determinado resultado, seja ele correto ou não. Se for correto, o acerto será enfatizado, solicitando que descreva o caminho que utilizou para obter aquele resultado, do contrário, se errou, será indicado o caminho para o acerto, não sem antes tentar descobrir porque errou, se por um problema conceitual ou se por um problema “aritmético”, pura e simplesmente.

Capítulo 5 – Considerações finais e recomendações para trabalhos futuros

5.1 Considerações finais

A geometria, enquanto campo do saber, foi e ainda está sendo abandonada nos programas educacionais. O que se percebe, é que cada vez mais os professores estão se sentindo menos preparados para ensinar. Isto está relacionado a sua formação, muitas vezes precária, feita em cursos de formação de curta duração, com ênfase em ciências, e também a falta de interesse em capacitação, motivadas pelos seguintes aspectos: cursos de curta duração, que são simplesmente domesticadores; relação custo benefício quase não existe, ou seja, a capacitação pouco ou nada reverte em benefício financeiro e por último, para sobreviver, muitos profissionais se obrigam a trabalhar um incontável número de horas que não lhe sobra tempo para capacitar-se.

A falta de preparo dos professores reflete nos educandos, já que professores mal preparados, ou ensinam mal ou muitas vezes deixam de ensinar aqueles conteúdos que julgam difíceis. A geometria por sua vez é um destes conteúdos que deixa de ser trabalhado em sala de aula.

Softwares educativos surgem nas mais diversas áreas do saber, com o intuito de reverter quadros como este. Muitos deles, agregados pelos preceitos de teorias pedagógicas, trazem um rastilho de esperança para mudar o quadro acima. As possibilidades de interação, envolvendo mídias estáticas e dinâmicas, criam ambientes de ensino que favorecem o aprendizado, sem levar em conta que não é necessário marcar hora, nem lugar específico para ocorrer a aprendizagem. Esta, também ocorre de maneira natural, espontânea, pois privilegia a individualidade, sem, no entanto, tornar a figura do professor desnecessária, pois o professor, neste meio, torna-se mais indispensável do que nunca, sendo mediador entre o conhecimento disponibilizado através de uma ferramenta computacional e o aluno.

O projeto “GEOMETRANDO – caminhando no tempo com a geometria” surgiu como uma proposta de atender a estas necessidades, possibilitando a capacitação de profissionais egressos da área de matemática, e também do desenho, colocando a

sua disposição um ambiente hipermídia de ensino/aprendizagem, construído de forma lúdica, apresentando os conteúdos maneira simples, sem contudo perder a consistência e o rigor matemático, fatores indispensáveis para um aprendizado de qualidade. O computador passa a ser um aliado, um colaborador do professor neste processo.

Desta forma, nesta dissertação está apresentado o desenvolvimento do módulo hipermídia referente aos Poliedros de Platão, regulares e convexos com o objetivo de inseri-lo no ambiente de ensino/aprendizagem “GEOMETRANDO – Caminhando no tempo com a geometria”, ambiente este que privilegia a interação entre as geometrias.

Os conteúdos de geometria, neste meio eletrônico, podem ser trabalhados de forma a romper algumas barreiras, muitas vezes intransponíveis. Em primeiro lugar, quando se trabalha um determinado conteúdo de geometria, é comum pedir aos alunos para que imaginem uma determinada situação: um corte, uma rotação, uma translação etc. A compreensão deste fato, só será possível se a imaginação do aluno acompanhar a do professor. No computador esta barreira é facilmente transposta, pois o programa vai efetuar aquilo que lhe é determinado, e o aluno vai observar na tela uma rotação, uma translação ou corte, não vai depender de sua imaginação para adquirir aquela informação. Em segundo lugar, a interação disponibilizada pelo ambiente hipermídia, com suas animações, torna a aprendizagem muito mais prazeroso e atraente.

A oportunidade de desenvolver um ambiente hipermídia, repleto de animações e possibilitando ao usuário uma interação com os elementos geométricos, é sem dúvida, um aliado importante na construção do conhecimento, não só do aluno mas também do professor que muitas vezes não tem acesso a um recurso didático que lhe permita apresentar um conteúdo de forma clara e de fácil assimilação.

O ambiente hipermídia para o ensino dos Poliedros de Platão, regulares e convexos, foi concebido a partir de uma proposta pedagógica construtivista e tem como metáfora a história da arte, onde o “Surrealismo” e a “Arte Abstrata” foram os

movimentos artísticos escolhidos para este módulo. Desta forma, através de um passeio no tempo, o usuário interage com o ambiente.

A escolha de obras que contemplassem os cinco sólidos de Platão, não necessariamente agrupados, representou o primeiro desafio na construção deste módulo, dadas as dificuldades de se encontrar obras onde fossem identificados tais sólidos. O cubo foi o mais simples, identificado em várias composições, já para os outros quatro sólidos o mesmo não ocorreu e por este motivo foi muito utilizada a obra “*Stars*” do pintor Maurits C. Escher, cuja composição apresenta, entre outros, os cinco sólidos de Platão.

Com as obras já escolhidas veio a composição das telas, primeiro em meio analógico e depois em meio digital, onde a interação do usuário com o sistema é feito de forma livre, sem linearidade e interligada, permitindo a compreensão de conceitos tais como: volume, área da superfície, planificação do sólido, sua projeção mongeana e a identificação de seus elementos e características, bem como as condições necessárias para que um sólido seja classificado como platônico.

O ambiente hipermídia foi concebido dentro dos preceitos do construtivismo e passa a ser um aliado do professor na busca pela compreensão dos pressupostos teóricos relativos aos sólidos de Platão. O professor interessado, verá com bons olhos esta ferramenta, e se sentirá menos solitário na dura tarefa de ensinar.

5.2 Recomendações para trabalhos futuros

Como sugestão para trabalhos futuros, vale citar:

- Implementação deste assunto nos diferentes agentes pedagógicos;
- Avaliar o conteúdo desenvolvido, em situação de ensino/aprendizagem;
- Validar o ambiente numa situação de ensino/aprendizagem.

BIBLIOGRAFIA REFERENCIADA

- AL-MUFTI, In'am. **Educação e Excelência: Investir no Talento**, In: Educação um tesouro a descobrir. 4ª ed. São Paulo: Cortez; Brasília, DF: MEC: UNESCO, 2000.
- ASSIS, Marisa de. **A Educação e a Formação Profissional na Encruzilhada das Velhas e Novas Tecnologias**, In: Novas tecnologias, trabalho e educação: um debate multidisciplinar. 4ª ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 1994.
- BEZERRA, Manoel Jairo. **Curso de Matemática**. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1961.
- BUGAY, Edson Luiz; ULBRICHT, Vânia Ribas. **Hipermídia**. Florianópolis: Bookstore, 2000.
- CARDOSO, Maria Luiza Pontes. **Educação para a Nova Era: Uma Visão Contemporânea para Pais e Professores**. São Paulo: Summus, 1999.
- CARVALHO, Benjamin de A. **Desenho Geométrico**. Rio de Janeiro: Ao Livro Técnico, 1973.
- DELORS, Jacques. et all. **Educação: Um Tesouro a Descobrir**. Relatório para a UNESCO. 4ª ed. São Paulo: Cortez; Brasília, DF: MEC. 2000. 288p.
- DEMO, Pedro. **Educação e Qualidade**. 3ª ed. Campinas, SP: Papyrus, 1996.
- DEMO, Pedro. **Educação e Conhecimento**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2000.
- DI PIETRO, Donato. **Geometria Descritiva**. Buenos Aires: Alsina, 1977.
- DRYDEN, Gordon; vos, Jeanette. **Revolucionando o Aprendizado**. Tradução de Marisa do Nascimento Paro; revisão técnica de Vitor Mirshawka. São Paulo: Makron Books, 1996

EVES, Howard. **Introdução a História da Matemática**. São Paulo: Edgard Blücher, 1997.

FERRETTI, Celso Joao/ Organizadores... (et al.) **Novas Tecnologias, Trabalho e Educação: Um Debate Multidisciplinar**. Petrópolis, RJ: Vozes, 1998

GARDNER, Howard. **Estruturas da Mente: A Teoria das Inteligências Múltiplas**. Tradução Sandra Costa. Porto Alegre : Artes Médicas Sul, 1994.

IEI/UFRJ. **Cenários da Indústria Brasileira e da Formação Profissional**. Rio de Janeiro, 1989 (Documento em versão preliminar)

IEZZI, Gelson...[et al.]. **Fundamentos da Matemática Elementar – Vol 10**. São Paulo: Atual, 1985.

IEZZI, Gelson...[et al.]. **Fundamentos da Matemática Elementar – Vol 9**. São Paulo: Atual, 1985.

KERCKHOVE, Derrick de. **A Pele da Cultura: Uma Investigação Sobre a Nova Realidade Eletrônica**; tradução de Luís Soares e Catarina Carvalho. Relógio D'Água editores, 1997.

LAKATOS, Eva Maria & MARCONI, Marina de Andrade. **Metodologia Científica**. 2ª ed. São Paulo : Atlas, 1991.

LAKATOS, Eva Maria & MARCONI, Marina de Andrade. **Técnicas de Pesquisa**. 3ª ed. São Paulo : Atlas, 1996.

LIGUORI, Laura M. **As Novas Tecnologias da Informação e da Comunicação no Campo dos Velhos Problemas e Desafios Educacionais**, In: Tecnologia educacional: política, histórias e proposta. Porto Alegre, Artes médicas, 1997.

LIMA, Elon Lages...[et al.]. **A Matemática do Ensino Médio**. Vol 2. Rio de Janeiro: SBM, 1998.

LITWIN, Edith/ organizadora ...(et al.) **Tecnologia Educacional: Política, Histórias e Proposta**. Porto Alegre, Artes médicas, 1997.

MANSUR, Anahí. **A Utilização das Mensagens dos Meios na Escola**, In: Tecnologia educacional: política, histórias e proposta. Porto Alegre, Artes médicas, 1997.

MARSDEN, Jerrold E. & TROMBA, Anthony J. **Vector Calculus**. New York: W. H. Freeman and Company, 1996.

MEHEDFF, Nassim. **Trabalho e Educação**, In: Novas tecnologias, trabalho e educação: um debate multidisciplinar. 4ª ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 1994.

MORIN, Edgar. **Os Sete Saberes Necessários a Educação do Futuro**. tradução de Catarina Eleonora F. da Silva e Jeanne Sawaya; revisão técnica de Edgard de Assis Carvalho. – São Paulo: Cortez; Brasília, DF: UNESCO, 2000

NIQUINI, Débora. **Informática na Educação: Implicações Didático-Pedagógicas e Construção do Conhecimento**. Brasília: Universidade Católica de Brasília, 1996, pp. 136.

PAVANELLO, Regina Maria. **O Abandono do Ensino de Geometria no Brasil: Causas e Conseqüências**. Revista Zetetiké, ano I nº 1, 1993.

PEREIRA, João Haroldo Borges. **Desenvolvimento de um Ambiente Hipermídia para o Ensino de Geometria Plana – Módulo Polígono**. Dissertação submetida a UFSC para obtenção do título de mestre em Engenharia de Produção. Florianópolis: 2001

POZO, Juan Ignacio. **Teorias Cognitivas da Aprendizagem**. 3ª Edição – Artes Médicas – Porto Alegre, 1998.

RANGEL, Alcyr Pinheiro. **Poliedros**. Rio de Janeiro: LTC, 1982.

REVISTA CD EXPERT. **30.000 Multimídia Pack**. Ano – 1 nº 7.

RODRIGUES, Álvaro J. **Geometria Descritiva: Operações Fundamentais e Poliedros**. Rio de Janeiro: Ao Livro Técnico, 1970.

SCHEIMBERG, Martha. **Educação e Comunicação: O Rádio e a Rádio Educativa**, In: Tecnologia educacional: política, histórias e proposta. Porto Alegre, Artes médicas, 1997.

SCHIFF, Michel. **A Inteligência Desperdiçada – Desigualdade Social, Injustiça Escolar**. Artes Médicas – Porto Alegre, 1994.

SILVA FILFO, Horácio P. de F. **O Empresariado e a Educação**, In: Novas tecnologias, trabalho e educação: um debate multidisciplinar. 4ª ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 1994.

SOUZA, Paulo Renato. **Os Desafios para a Educação no limiar do Novo Século**. In: Um modelo para a educação no século XXI. Rio de Janeiro: José Olympio, 1999.

ULBRICHT, Vania Ribas. **Modelagem de um Ambiente Hipermedia de Construção do Conhecimento em Geometria Descritiva**. Tese submetida a UFSC para obtenção do título de doutor em Engenharia de Produção. Florianópolis : 1997

VANZIN, Tarcisio. **A Hipermedia aplicada ao Estudo das Superfícies Geométricas**. Dissertação submetida a UFSC para obtenção do título de mestre em Engenharia de Produção. Florianópolis: 2001

VELLOSO, João Paulo dos Reis e Albuquerque, Roberto Cavalcante de (coordenadores): **Um modelo para a educação do século XXI** – Paulo Renato Souza...[et al.]. Rio de Janeiro: José Olympio, 1999.

WEIMER, Günter. **Empacotamento Fechado de Poliedros**. Porto Alegre: Sulina, 1985.

WEIMER, Günter. **Geometria Construtiva: Poliedros**. Porto Alegre: 1977.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- BOYER, Carl Benjamin. **Historia da Matematica**. Sao Paulo, Edgard Blucher, 1974.
- DECON, Manoel José. **Concepção de um Ambiente Hipermedia para a Aprendizagem da Geometria Analítica**. Dissertação submetida a UFSC para obtenção do grau de Mestre em Engenharia de Produção. Florianópolis, 2000.
- ECO, Umberto. **Como se Faz uma Tese**. 15ª ed. Sao Paulo : Editora Perspectiva, 1999.
- FREIRE, Paulo. **Educação como Prática da Liberdade**. 14ª ed. Rio de Janeiro, Paz e Terra, 1983
- LACOURT, Helena. **Desenho Geométrico**. 13ª ed. Revisada. Rio de Janeiro : Edições Antares, 1985.
- LEITHOLD, Louis. **O Cálculo com Geometria Analítica**. São Paulo: Harbra, 1994
- LOPES, Elizabeth Teixeira & KANEGAE, Cecília Fujiko. **Desenho Geométrico – Conceitos e Técnicas**. São Paulo: Editora Scipione, 1999
- MACHADO, Ardevan. **O Desenho na Prática da Engenharia**. São Paulo: Câmara Brasileira do Livro, 1977.
- MATTEI, Jean - François. **Pitágoras e os Pitagóricos**. Tradução de Constança Marcondes César. São Paulo: Pulos, 2000.
- MEIRA, Adriano. **Superfície de Revolução**. Monografia submetida à UFSC para obtenção do grau de especialista em desenho. Florianópolis: 1994.
- MOTTA, Alexandre. **Desenvolvimento dos Conteúdos de Cilindro, Cone e Esfera para um Ambiente Hipermedia voltado à Geometria**. Dissertação submetida a UFSC para obtenção do grau de Mestre em Engenharia de Produção. Florianópolis, 2000.

SANCHO, Juana M. **Para uma Tecnologia Educacional**. Tradução Beatriz Afonso Neves. Porto Alegre: ArtMed, 1998.

WONG, Wucios. **Princípios de Forma e Desenho**. Tradução Alvamar Helena Lamparelli. São Paulo: Martins Fontes, 1998.

ANEXO

ANEXO

1 Identificação

“GEOMETRANDO - CAMINHANDO NO TEMPO COM A GEOMETRIA”, é um projeto de pesquisa em Informática na Educação, amparado pelo Programa (PROTEM-CC 9PTI/PEDU) e aprovado pelo CNPq sob números:

Processo Institucional: 68.0071/99-7

Processo Individual: 48.0334/99-4

Modalidade: APQ de 01/10/99 - 01/09/2001

Instituição Responsável: UFSC- Universidade Federal de Santa Catarina

Instituição Participante: UDESC- Universidade do Estado de Santa Catarina

2 "Geometrando - Caminhando no Tempo com a Geometria":

2.1 Apresentação

O *software* Geometrando, encontra seu território na ótica desbravadora da abordagem dos conteúdos da geometria de forma integrada, utilizando como metáfora a viagem no tempo com a Geometria. O usuário é levado a fazer um passeio no tempo, onde contextualiza a arte e descobre formas geométricas que lhe permitem os questionamentos que constituirão as bases para a construção de seu conhecimento.

A condução da proposta se dá, tendo por meio o caminho lúdico proporcionado pela arte no papel de promotora e libertadora da intuição, necessária e muito útil no processo de aprendizagem.

A figura A.1 mostra o esquema da participação das diferentes áreas do conhecimento na formação do *software* educacional Geometrando. A História da Arte, a Geometria e as teorias pedagógicas em consonância com as tecnologias empregadas na educação, constituem a base de dados que interagem na formulação do conteúdo de informações da proposta.

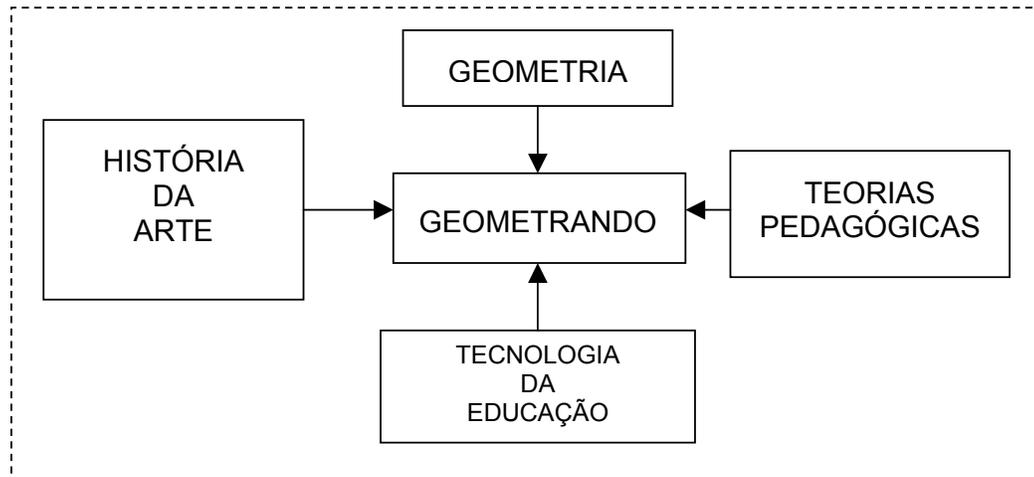


Figura A.1 - Esquema de Participação de Diferentes Áreas na Composição do GEOMETRANDO

2.2 Características gerais do Geometrando

O *software* geometrando foi concebido com a missão de acrescentar uma nova e significativa contribuição ao processo de ensino de Geometria que foi implantado ao longo do último século pelo Sistema Educacional formal. Nesse período a Geometria foi fracionada em diversas áreas estanques de ensino e pesquisa, cada uma abrangendo um conjunto específico de conhecimentos e guardando, entre si, uma total independência. Esse procedimento teve alguns méritos, mas também contribuiu para aumentar a aversão para com esse campo da matemática, tanto de parte dos professores e alunos quanto dos profissionais que necessitam dessa ciência nas suas atividades. Ironicamente, quanto mais aprofundadas foram as descobertas mais profundo se tornou o fosso que separa essas distintas áreas.

O entendimento central desta proposta é o de que a Geometria não deveria ser ministrada, pelo menos em sua parte inicial, dessa forma fragmentada, porque assim incorre no erro de acreditar que a tarefa de pensá-la em conjunto, atribuída somente ao aluno, seja possível.

A maximização da construção quantitativa e qualitativa dos conhecimentos geométricos por parte do aluno é garantia de sua aplicação nas atividades tecnológicas quando estiver em seu pleno desempenho profissional. Portanto, a

aproximação entre as geometrias (divididas e isoladas), permitindo um aprendizado mais aberto, e a conseqüente generalização para a sua aplicação prática, é de vital importância na proposta e no entendimento deste *software*.

O ensino convencional da geometria sempre foi marcado por seu caráter:

- 1) linear, do professor que sabe para o aluno que não sabe e tem pouca noção da utilidade daquilo que está sendo proposto;
- 2) rígido nas formulações e demonstrações, onde o mérito está: inteiro na axiomática e na elegância demonstrativa, ao invés de estar nas relações que as generalizações do aprendizado possam oferecer;
- 3) seletivo porque premia a capacidade física do aluno que consegue acompanhar o ritmo que o professor emprega na "comunicação dos conhecimentos" em detrimento dos, excluídos, dotados de um ritmo diferenciado daquele do professor.

Lima (1980) ao fazer uma análise crítica do sistema convencional de ensino, considera que há um processo de esquecimento, inerente a esse tipo de aprendizado provocado pela incorreta abordagem e manipulação dos conteúdos a serem ministrados aos aprendizes .

" Ao que parece, não são os conteúdos que geram resistência nas crianças mas os métodos. E "métodos" é a única coisa que não se dá importância na formação dos futuros professores (...) O mais grave e estranho é que, quase tudo que as escolas ensinam, simplesmente desaparece da mente dos *educados*". (Lima. 1980, p. 147)

A inclusão da informática na educação, está promovendo uma transformação que corrige parte dessas aberrações, porque a hipermídia disponibiliza ao aprendiz as ferramentas para sanar boa parte de suas dúvidas no momento que aparecerem, mediante a atividade de *browsing*, permitindo que ele se detenha nas etapas, o tempo necessário ao entendimento do conteúdo proposto. Por outro lado os ambientes lúdicos que ela propicia, facilitam a interação do aprendiz com o conteúdo, favorecendo as generalizações.

O Geometrando, por sua proposta, fornece uma condição favorável para a dissipação da rejeição inicial e natural que o aprendiz tem para com os conteúdos de geometria. Isto permite a condução dos temas, objeto do aprendizado, de forma aberta e de trânsito livre entre as Geometrias Euclidiana, Descritiva e Analítica simultaneamente.

No seu todo, ele pretende focar a geometria ao longo dos períodos de ocorrência de suas descobertas, procurando despertar a atenção e o interesse de seus usuários, nas possibilidades de uma investigação crescente no âmbito de todas as geometrias, inclusive a diferencial, a topologia, as geometrias não euclidianas e outros ramos interessantes da matemática.

Para Pedro Tavares:

"A matemática não é exclusivamente o instrumento destinado à explicação dos fenômenos da natureza, isto é, das leis naturais. Não. Ela possui também um valor filosófico, de que aliás ninguém duvida; um valor artístico, ou melhor, estético, capaz de lhe conferir o direito de ser cultivada por si mesma, tais as numerosas satisfações e júbilos que essa ciência nos proporciona. Já os gregos possuíam, num grau elevado, o sentimento da harmonia dos números e da beleza das formas geométricas" (Souza.1999, p. 43).

O aprendizado de qualquer conteúdo de Geometria nos procedimentos usuais em escolas formais, impõe a quase todos os aprendizes um conjunto de dificuldades e inseguranças que já se tornaram sua característica. Entretanto, não raramente isto ocorre mais pelo estigma de sofrimento que impõe aos aprendizes, em função da excessiva demanda de raciocínio lógico e pela pressão por deduções "formalmente bem constituídas", do que propriamente pelo conteúdo que exhibe.

A arte, por ter a 'intuição' como um de seus elementos constitutivos, assume, no Geometrando, o papel de sublimadora do raciocínio lógico. Além disso, por excitar os sentidos e desafiar as fronteiras do pensamento, propõe, ao espectador, o livre exercício da imaginação.

"Tudo faz crer que, neste final de século, nossa necessidade é buscar a síntese não só a análise, é desenvolver o intuitivo não apenas o racional, daí a necessidade de uma

educação que ensine o homem a transitar suavemente de ciência para ciência sem obstáculos, sem fronteiras, usando o hemisfério intuitivo tanto quanto o racional, porque esse é o aprendizado que levará a humanidade a compreender que o mundo hoje é muito pequeno, ..." (Régnier, 1993, p.14)

No sistema proposto no Geometrando, a pedagogia é auto-dirigida (heurística na classificação de Thomas Dwyer), privilegiando o aprendizado autônomo. Essa forma de condução, proporciona as condições para o desenvolvimento do aprendizado experimental, ou por descoberta, ao tempo em que cria um ambiente rico em situações que o aluno explora conjecturalmente gerando um ambiente fecundo ao estabelecimento de conflitos cognitivos adequados à ampliação dos esquemas operatórios dos usuários, além de criar as condições favoráveis às soluções desses conflitos.

As abstrações, basilares na matemática e especialmente vitais na geometria, são tão mais consistentes e produtivas quanto mais construtivos forem seus processos de aprendizado.

O Geometrando apresenta os conteúdos de Geometria através de três orientações pedagógicas diferentes, cada qual conduzida por um agente. A escolha do agente pedagógico mais adequado para cada aluno, será feita pelo próprio *software* por ocasião do cadastramento inicial e após a avaliação do perfil do usuário.

O aluno ingressará no ambiente relativo ao agente selecionado e nele terá a oportunidade de desenvolver seus estudos, o que não implica em ali permanecer sempre, porque no decorrer do processo de aprendizagem novas avaliações poderão indicar a conveniência da mudança para outro agente pedagógico visando garantir, sempre, um melhor aprendizado. Entretanto, na crença de que o ambiente construtivista propicia melhor desenvolvimento cognitivo, o *software* dará preferência ao encaminhamento do aluno para esse ambiente, tão logo demonstre condições para tal. Daí a justificativa da opção pela orientação construtivista como *default*, estribada na epistemologia genética de Piaget e no socio-construtivismo de Vygotsky.

A adoção da proposta construtivista (*default*), se deve também em função de:

"Todos os mecanismos de aprendizagem propostos pelo empirismo tradicional e pela ciência psicológica skinneriana baseiam-se nesta premissa: o motor da ação é o prêmio ou o castigo (reforços), esquecidos, seus aplicadores, de que se algo "reforça" é que já era "necessário". O que o organismo persegue, portanto, é o "reforço" e não a "aprendizagem", proposta que interessa apenas ao mestre. Este tipo de "metodologia" não existe na natureza. Na vida natural, "aprendizagem" e "reforço" estão sempre intrinsecamente juntos, quando não são uma única e mesma coisa;" (Lima. 1980, p. 149)

2.3 Estrutura do Geometrando

A estruturação desse *software* pedagógico, conforme mostra a figura A.2, consiste de dois módulos distintos, sendo que o primeiro se encarrega da apresentação geral do sistema e também da monitoração dos dados do usuário, enquanto o segundo se ocupa do desenvolvimento dos conteúdos que serão objeto da proposta de aprendizado, com todas as suas particularidades e possibilidades de interação.

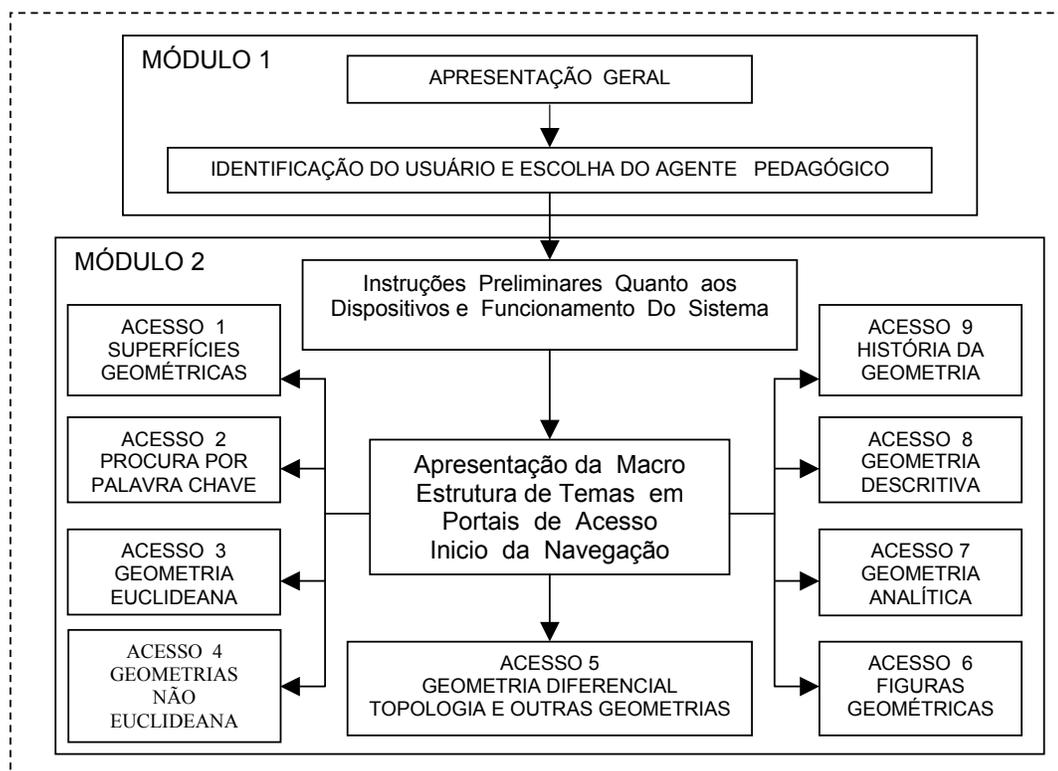


Figura A.2 Estrutura do Geometrando - Caminhando no Tempo com a Geometria

2.3.1 Descrição dos Módulos:

O módulo um, de abertura, faz a apresentação do *software* geometrando mostrando a sua abrangência, suas limitações, seus métodos e seus objetivos. Em seguida, apresenta a seqüência de telas que possibilitam o cadastramento do novo aprendiz, com a criação de um grupo de arquivos pessoais que terão a função de armazenar todas as informações produzidas por ele durante o seu tempo de permanência no ambiente de aprendizagem. A partir desses arquivos, haverá condições do programa proceder o acompanhamento do desenvolvimento individual do aprendiz, bem como de possibilitar as análises cognitivas pertinentes ao seu processo de aprendizagem. Assim, o professor terá condições de atuar consistentemente no seu papel de mediador e orientador da aprendizagem.

O módulo dois, apresenta as informações gerais de funcionamento do programa e as respectivas instruções de uso. Em seguida conduz o usuário à Estrutura Geral de Acesso, onde aparecem nove possibilidades de ingresso no conteúdo de Geometria. Esses nove ACESSOS não se referem a nenhuma proposta de divisão da Matemática. “São apenas grandes portais, com o objetivo prático de facilitar, ao usuário, o acesso a tópicos da geometria, que sejam do seu interesse”.

Dependendo do assunto, poderá haver a possibilidade de ingressar no tópico selecionado por meio diferentes portais de acesso, ou seja, por mais de um caminho. Daí o aspecto prático dos nove Acessos. Por outro lado, a arborescência proposta a partir desses nove acessos, permite que seus ramos formem, entre si, uma rede de conhecimento onde o usuário pode navegar livremente. Para isso, os conteúdos foram planejados para permitirem um substancial entrelaçamento dos temas através de propositais inserções de chamadas de relacionamento que convidam o usuário a "ver" o assunto em questão, sob outras óticas, em outras telas e por meio da livre navegação.

A tônica dos conteúdos não é o aprofundamento imediato dos temas. Pelo contrário, é, no nível mais baixo da árvore, uma abordagem relativamente elementar porém fortemente dirigida à integração entre as áreas de conhecimento da Geometria, buscando fortalecer uma "visão de conjunto". Ao longo do desenvolvimento dos

temas propostos, há uma inserção de conteúdos históricos (sócio-político-culturais) que situam o cientista, autor dos estudos, em sua época de ocorrência mostrando os condicionantes prévios que despertaram o interesse na indagação científica responsável pelas pesquisas que o levaram a materialização das descobertas. Além disso há, nos conteúdos aqui desenvolvidos, um proposital sentido prático, onde é possível perceber a importância do conteúdo em questão, tanto nas áreas tecnológicas quanto nas indagações teóricas mais aprofundadas. Em suma, a proposta deste *software* educativo não é o da apresentação isolada de um tema da geometria, mas do enfoque da interdependência e interação com as demais áreas da geometria.

2.3.2 Estrutura dos Conteúdos dos nove Acessos

O usuário, ao ingressar na tela onde aparecem as nove opções de acesso, precisa escolher dentre eles, aquela que lhe dá ingresso na sua área de interesse. Assim ao escolher e acionar o portal de acesso, ele entra em um ambiente mais específico, que pode lhe oferecer uma nova gama de opções ou pode ser a tela de entrada de um determinado assunto, elaborado para aquele nível.

O Geometrando poderá servir, também, para sanar dúvidas rápidas e eventuais. Isto é, ele não se presta somente para um aprendizado longo e de conteúdo denso, mas também para pequenas dúvidas, incluindo aí aquelas em que o usuário não tem o prévio conhecimento de qual estrutura o tema estaria incluído. Neste caso o acesso ao tema se fará por intermédio de consulta por palavras-chave.

Cada portal de acesso terá uma estrutura própria com o seu próprio conjunto de particularidades, conforme segue:

ACESSO 1 – Contém a metodologia de geração de superfícies geométricas dentro da ótica matemática, isto é, contém uma lógica de procedimentos adaptável, num passo posterior, a sua transformação em funções e algoritmos que poderão sofrer o competente desenvolvimento algébrico.. Enfoca o espaço euclidiano, cartesiano e mongeano em conjunto e apresenta, no final, a Classificação geral das Superfícies Geométricas feita por Gaspard Monge no final do século XVIII. A partir deste tronco

é possível acessar todo o tipo de superfície geométrica disponível neste software educacional.

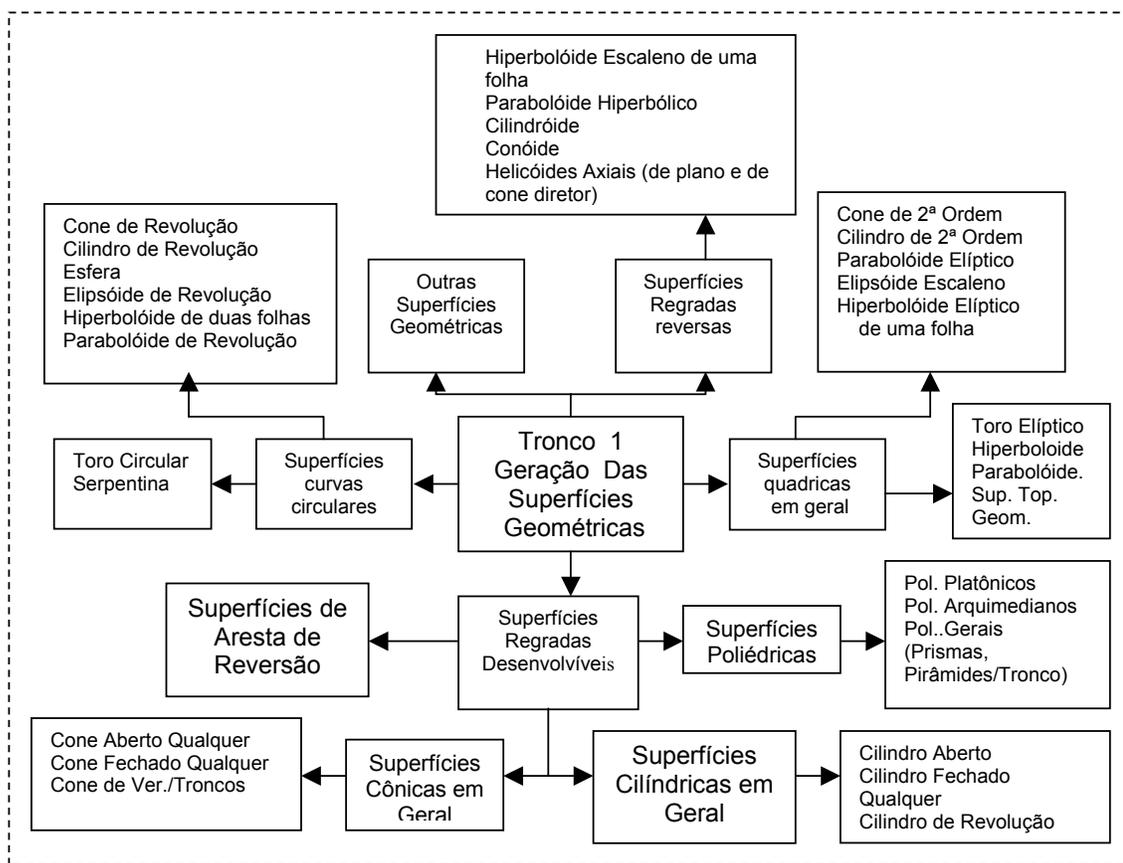


Figura A.3 - Esquema da ESTRUTURA DO ACESSO 1

A figura A.3 apresenta a estrutura do conteúdo de Superfícies Geométricas com sua respectiva subdivisão em famílias e grupos, da forma proposta pelo matemático francês Gaspard Monge no final do século XVIII. Trata-se de uma escolha orientada para a praticidade de condução do conteúdo pedagógico, uma vez que o entendimento da geração dessas superfícies é básico para a compreensão das demais superfícies geométricas. A arborescência da estrutura do conteúdo ‘Superfícies Geométricas’ é semelhante ao ‘Quadro Sinóptico das Superfícies Geométricas’ apresentado por Rodrigues (1968, p. 223), com pequenas alterações que visaram apenas a integração com os demais conteúdos propostos no Projeto “Geometrando Caminhando no Tempo com a Geometria” no qual este trabalho está incluído.

ACESSO 2 - Procura por palavra chave - Por este acesso será possível chegar a determinados assuntos cujo conteúdo o usuário não sabe previamente como se encontra classificado ou enquadrado no âmbito da geometria. Assim o usuário digita a palavra que deseja informações e o software fará a pesquisa na rede para localizar o assunto, iniciando pelo glossário, de onde será possível navegar até o assunto apresentado por meio dos mecanismos pedagógicos.

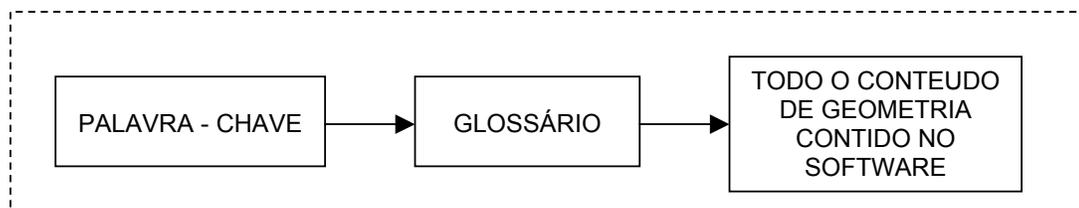


Figura A.4 Esquema da ESTRUTURA DO ACESSO 2

ACESSO 3 - Geometria Euclidiana - Por ser, ela, básica para todas as demais, neste portal será possível obter uma visão geral da geometria a partir do pensamento dos filósofos-geômetras da Grécia clássica, e de suas bases lógicas para conceber seus raciocínios e demonstrar suas verdades invariantes. Aqui são tratados os elementos geométricos como: o ponto, a reta e o plano no espaço bidimensional e, no espaço tridimensional, algumas superfícies geométricas (conexão com o conteúdo do tronco 1), com todas as suas relações de posição e métrica, sempre congruente com o pensamento euclidiano. Conforme mostra a figura A.5, abrem-se os caminhos para explorar a Geometria sintética, a Geometria de Posição e outras geometrias que guardam grande proximidade com esta.

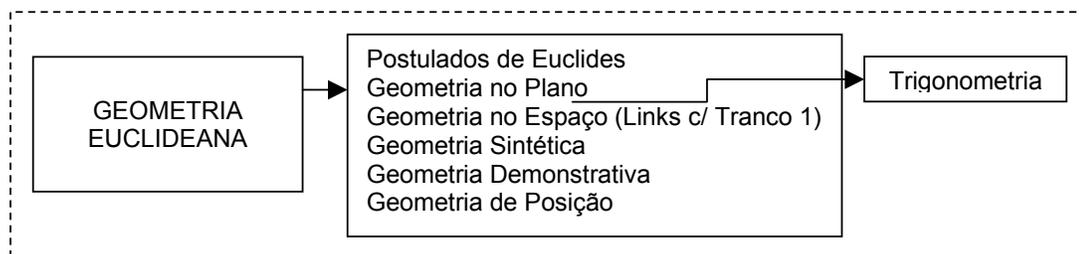


Figura A.5 Esquema da ESTRUTURA DO ACESSO 3

ACESSO 4 - Geometrias não-euclidianas - Este portal trata das geometrias criadas a partir da não aceitação do V postulado de Euclides, notadamente por Lobachevsky e Riemann. A figura A.6 mostra o esquema da estrutura deste tronco.

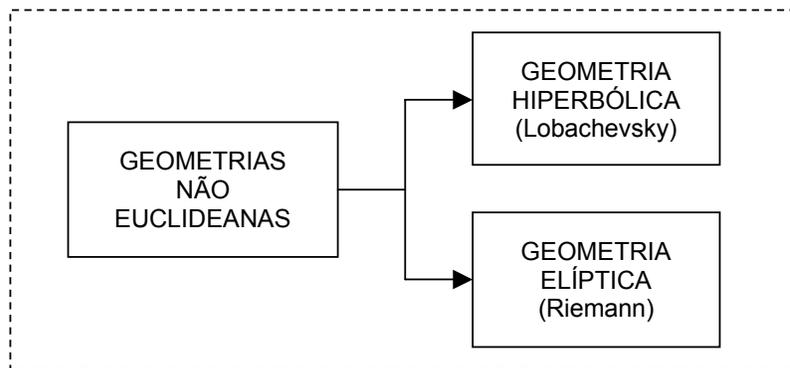


Figura A.6 Esquema da ESTRUTURA DO ACESSO 4

ACESSO 5 - Outras geometrias – Por este acesso, apresentado esquematicamente na figura A.7, será possível chegar às demais geometrias exceto as não euclidianas. A arborescência não é fixa, podendo receber novas subdivisões a qualquer momento, daí a existência do espaço denominado "outras".

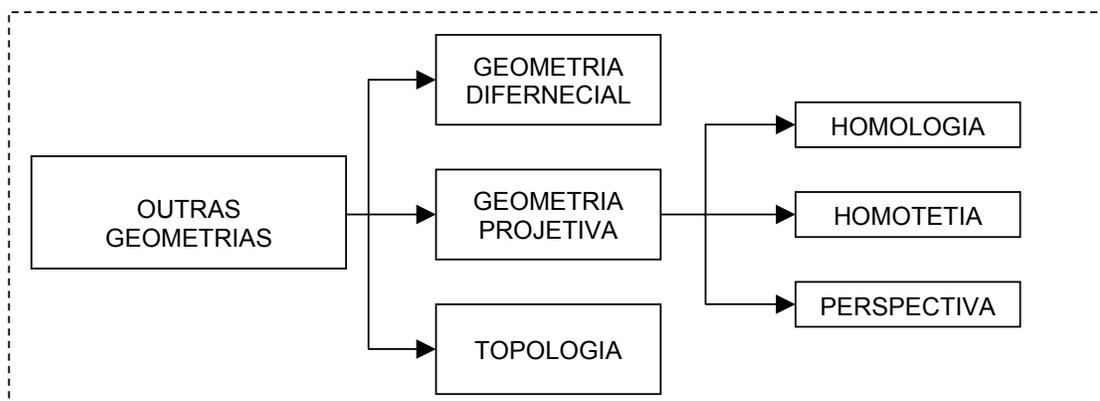


Figura A.7 Esquema da ESTRUTURA DO ACESSO 5

ACESSO 6 – Figuras Geométricas - Neste portal, representado esquematicamente na figura A.8, o usuário poderá acessar o desenvolvimento do tema figuras geométricas englobando os estudos da métrica, posição e construção de figuras planas e tridimensionais.

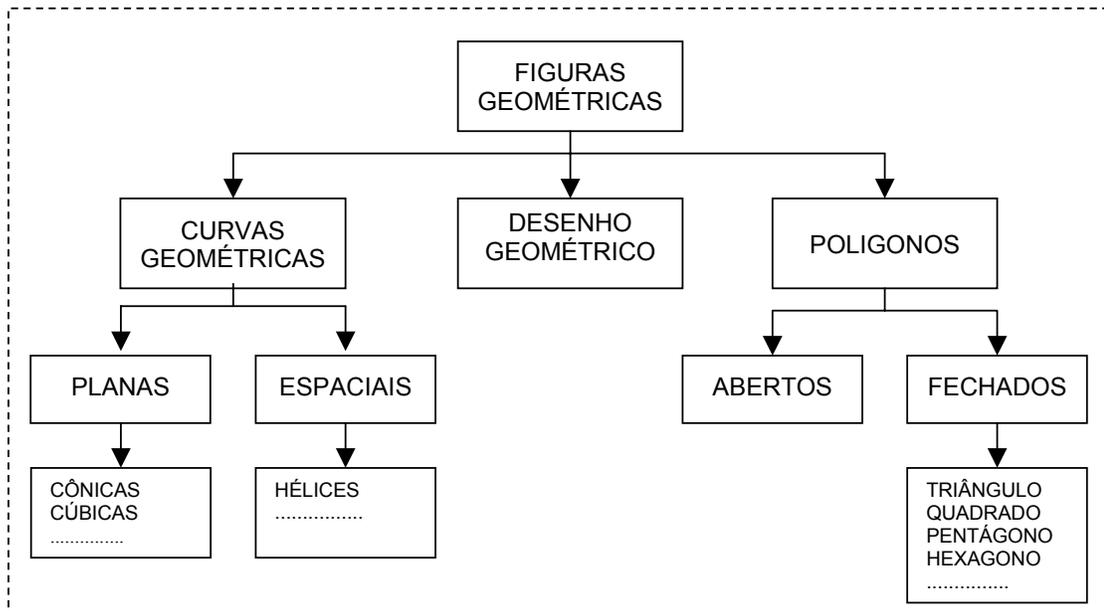


Figura A.8 Esquema da ESTRUTURA DO ACESSO 6

ACESSO 7 - Geometria Analítica - Neste portal, representado esquematicamente na figura A.9, a Geometria Analítica é abordada a partir do plano, procurando estabelecer conexões com as demais geometrias e partindo, em seguida, para a abordagem tridimensional.

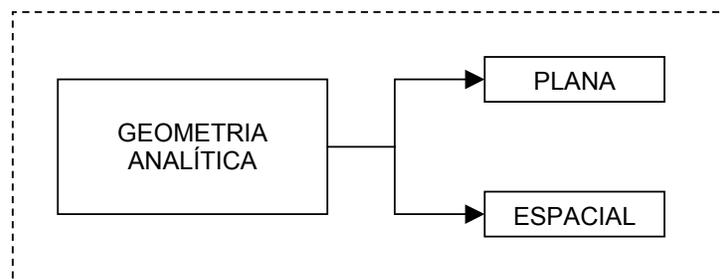


Figura A.9 Esquema da ESTRUTURA DO ACESSO 7

ACESSO 8 - Geometria Descritiva- Este portal, representado esquematicamente na figura A.10, abre a possibilidade da exploração do espaço mongeano, onde as projeções ortogonais são abordadas dentro do enfoque do desenho técnico, de forma a permitir, a partir dessa visão, uma perfeita integração entre geometria descritiva e projeto de engenharia.

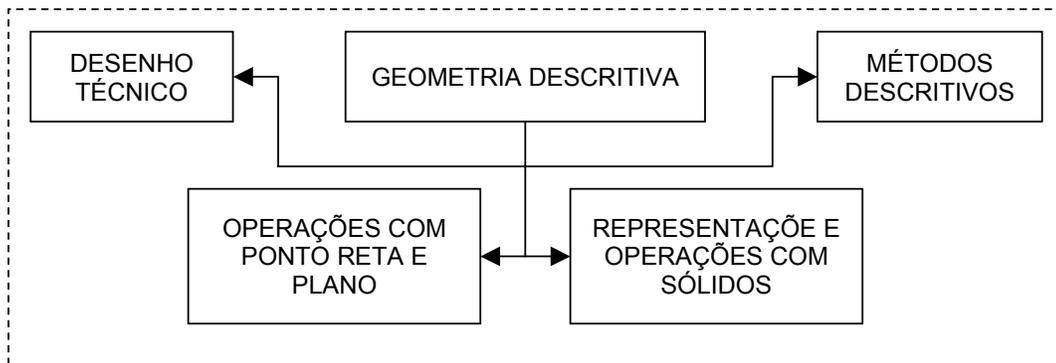


Figura A.10 Esquema da ESTRUTURA DO ACESSO 8

ACESSO 9 - História da Geometria- Neste portal será disponibilizado o conteúdo histórico, propiciando, ao aprendiz, um conjunto de informações a respeito da evolução da geometria desde a idade antiga até os mais novos movimentos desta ciência. O conteúdo é organizado de tal forma que permite migrar da história para o desenvolvimento do tema e vice-versa. A função principal é contextualizar o momento histórico no qual o assunto foi desenvolvido tornando-se por isso um vínculo a mais para facilitar o processo de aprendizagem.

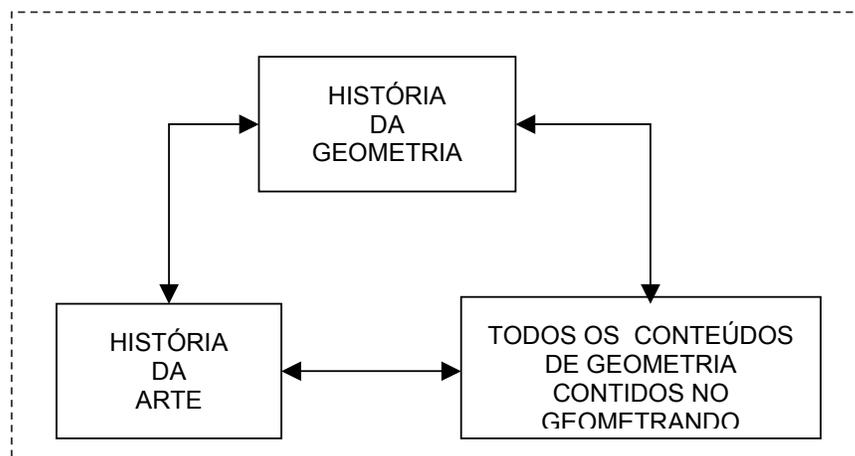


Figura A.11 Esquema da ESTRUTURA DO ACESSO 9