



HyperCAL^{GD} II - UM AMBIENTE DE ENSINO-APRENDIZAGEM PARA GEOMETRIA DESCRITIVA BÁSICA

Fábio Gonçalves Teixeira – fabiogt@ufrgs.br

Jocelise Jacques de Jacques – lisejj@yahoo.com

Anelise Todeschini Hoffmann – todeschoff@cpovo.net

Régio P. da Silva – regio@ufrgs.br

Tânia L. Koltermann da Silva – tlks@orion.ufrgs.br

Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS, Departamento de Expressão Gráfica

Rua Sarmento Leite, 320/504, Centro

90050-170 – Porto Alegre, RS

***Resumo:** As disciplinas de expressão gráfica, de um modo geral, e a Geometria Descritiva, em particular, têm como objetivo o desenvolvimento de habilidades que envolvem o raciocínio espacial e a representação de objetos em meio bidimensional. O processo de aprendizagem destas habilidades pode ser difícil, dependendo das metodologias e tecnologias utilizadas, daí a necessidade de investigar e implementar novas formas de abordagem dos conceitos relacionados a estas disciplinas. Os recentes avanços da tecnologia de informação disponibilizaram recursos que têm significativo potencial para o desenvolvimento de metodologias inovadoras para o ensino. A forma de explorar estes recursos deve ser conseqüência dos conteúdos a serem estudados. No caso da Geometria Descritiva Básica, destaca-se o uso de modelos virtuais apresentados em animações 2D, 3D e VRML, compilados juntamente com textos explicativos dentro de páginas HTML, formando um ambiente de aprendizagem hipermídia. Esta iniciativa decorre da experiência na elaboração e utilização do HyperCAL^{GD} I - Estudo de Superfícies, que é utilizado em classe desde 1999, nos cursos de Engenharia da UFRGS. O HyperCAL^{GD} II - Geometria Descritiva Básica será utilizado em sala de aula a partir 2003/2 e está em fase de desenvolvimento no NCA – Núcleo de Computação Gráfica Aplicada da UFRGS.*

***Palavras-chave:** Geometria descritiva, Ambiente de aprendizagem, Ensino a distância.*

1. INTRODUÇÃO

O HyperCAL^{GD} – ambiente de aprendizagem hipermédia para Geometria Descritiva (TEIXEIRA, SILVA e SILVA, 1999), começou a ser idealizado e desenvolvido em 1997 dentro do projeto institucional REENGE (Reengenharia do Ensino de Engenharia), que tinha por objetivo a melhoria e a modernização das disciplinas de Expressão Gráfica. O ambiente começou a ser utilizado em sala de aula no segundo semestre de 1999, na disciplina ARQ 03320 – Geometria Descritiva III, que é oferecida pelo Departamento de Expressão Gráfica aos estudantes de engenharia da UFRGS.

No HyperCAL^{GD}, a tecnologia utilizada consiste na união de diversas mídias eletrônicas através da linguagem HTML, criando-se um ambiente onde estão integrados texto, hipertexto, ilustrações, animações e realidade virtual. O sistema é um aplicativo executável compilado com o Microsoft HTML Help ®. O HTML Help é, atualmente, um padrão para a documentação eletrônica *on line* de aplicativos. Utilizando-se a mesma tecnologia pode-se, facilmente, criar versões não compiladas para acesso via internet.

O uso deste ambiente ofereceu um grande apoio ao processo de ensino-aprendizagem dessa disciplina, principalmente no que se refere à visualização dos elementos tridimensionais através dos modelos em realidade virtual, e operações gráficas com as animações desenvolvidas no Macromedia Flash ®.

Outra alteração sensível ocorreu na metodologia de ensino empregada no desenvolvimento da disciplina. No ensino de geometria descritiva, com base nas técnicas tradicionais, utilizava-se uma abordagem do abstrato para o concreto, onde o estudante devia conceber um objeto tridimensional a partir de suas projeções planas. Para isto ser possível, era necessária uma capacidade de abstração que a maioria dos estudantes ainda não havia desenvolvido ao iniciar o curso de graduação. Gerava-se então um paradoxo, porque desenvolver tal capacidade é um dos objetivos do ensino de geometria descritiva.

Com o HyperCAL^{GD} foi possível uma inversão da abordagem, agora do concreto para o abstrato, partindo de objetos tridimensionais (reais ou virtuais) até a construção de suas projeções planas, cria um caminho natural para o estudante construir o seu conhecimento e desenvolver capacidades de abstração baseadas na lógica e no conhecimento.

Nesta abordagem alternativa, o processo de ensino-aprendizagem desenvolve-se em três etapas: na primeira o estudante conhece o objeto real em todos os detalhes e propriedades inerentes; na segunda etapa da aprendizagem o estudante representa as projeções do objeto; na terceira etapa o estudante, a partir das projeções, resolve problemas relacionados às propriedades do objeto real.

Devido ao sucesso da implementação da primeira versão do HyperCAL^{GD}, que abordava o estudo de superfícies, optou-se pelo desenvolvimento de uma versão para a Geometria Descritiva básica que contempla o estudo do ponto, reta e plano, além dos chamados métodos descritivos. Esta nova versão será denominada HyperCALGD II e será utilizada na disciplina ARQ 03317 – Geometria Descritiva IIA que pertence aos currículos de todos os cursos de Engenharia da UFRGS.

2. DESENVOLVIMENTO DO HYPERCAL^{GD} II

O estudo da Geometria Descritiva tem início pela compreensão dos objetos geométricos fundamentais (ponto, reta e plano) em relação ao sistema de projeções mongeanas através da representação em *épura*, que se caracteriza pela planificação do sistema de planos ortogonais (MACHADO, 1978). A compreensão deste processo exige uma capacidade de abstração que muitos alunos, nesta etapa do aprendizado, ainda não desenvolveram. Desta forma, o ambiente de aprendizagem hipermédia utiliza a estratégia de abordar os conhecimentos

partindo de situações concretas até chegar em representações abstratas, de tal forma que o estudante possa compreender todos os objetos e processos envolvidos.

As Figuras 1 e 2 exemplificam a abordagem utilizada no ambiente de aprendizagem hipermédia, apresentando, respectivamente, um exemplo de um modelo virtual de objeto no sistema mongeano e a planificação deste sistema através de animações e realidade virtual.

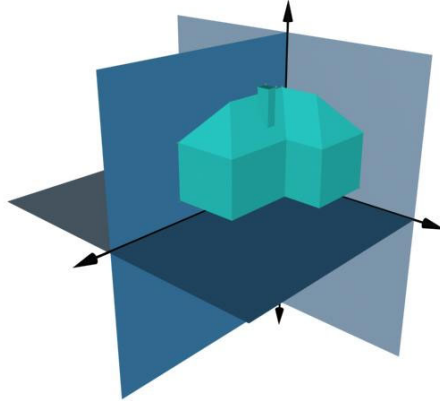


Figura 1. Modelo Virtual de objeto no espaço Mongeano.

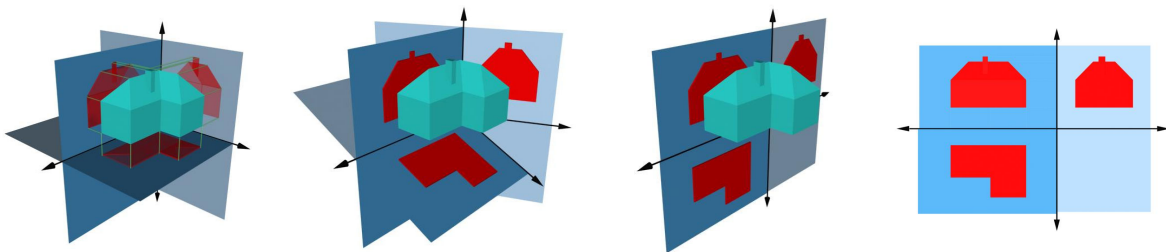


Figura 2. Seqüência da Planificação do Espaço Mongeano.

Somente após a explicação e a visualização espacial do assunto tratado, o aluno tem contato com o método bidimensional e a utilização da representação em *épura*, através de ilustrações e animações em 2D. Além do ambiente propriamente dito, estão em desenvolvimento novas ferramentas que utilizam técnicas de educação a distância para incrementar o desenvolvimento do ensino presencial, tais como um fórum *on line* e o HyperCAL^{GD} *on line*.

2.1 Produção de Conteúdo

A produção do conteúdo utiliza a mesma tecnologia empregada na primeira versão do programa, no entanto é necessário definir estratégias e metodologias específicas para a produção das mídias para cada um dos tópicos abordados.

Produção de textos

Os processos de solução dos problemas de Geometria Descritiva envolvem um alto grau de abstração, exigindo uma fundamentação conceitual sólida. Assim, é imprescindível sistematizar a teoria que fundamenta a linguagem e os processos estudados. Os conteúdos foram organizados de forma a abordar os elementos fundamentais (ponto, reta e plano), métodos descritivos (mudança de plano de projeção e rotação) e ainda aplicações destes métodos (distância e interseções) de forma que o nível de abstração de exemplos e linguagem evolua ao longo da apresentação dos tópicos.

Produção de modelos virtuais e animações 3D

A elaboração dos modelos e animações procurou partir de elementos concretos, condizentes com a realidade, até chegar ao nível de abstração utilizado na Geometria Descritiva. Neste contexto, buscando também motivar os alunos, foram escolhidos exemplos de objetos do cotidiano, como uma casa, para demonstrar os elementos fundamentais e métodos da Geometria Descritiva. A Figura 3 apresenta a interface do HyperCALGD com um modelo de uma casa em realidade virtual que contém objetos em estudo (retas e planos).



Figura 3. Modelos virtuais: representação de uma plano obliquo através do plano do telhado em um modelo de casa virtual em VRML.

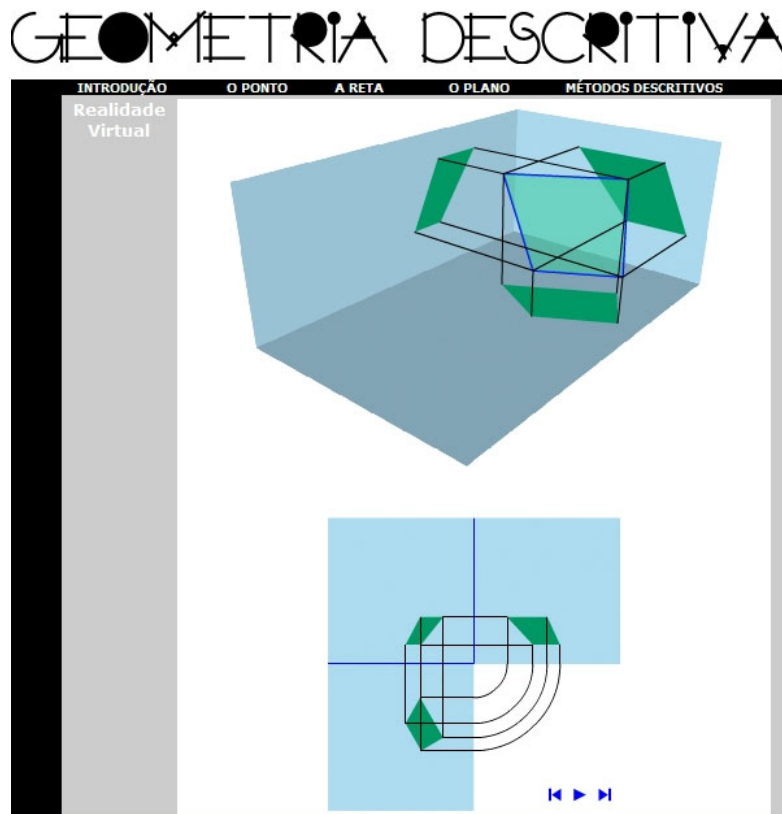


Figura 4. Exemplo de animação 3D acima, e 2D abaixo.

Uma vantagem significativa dos modelos virtuais é a possibilidade de representar objetos de fácil compreensão e grandes dimensões, com um nível de detalhamento realístico. Com o uso de realidade virtual estes modelos podem ser visualizados, com renderização, em qualquer posição e a partir de qualquer ponto do espaço, além disto, sua movimentação é feita em tempo real (TEIXEIRA et al., 2000). Esses modelos são criados a partir de *softwares* CAD e depois transformados para o formato VRML (JACQUES et al. 2001; HARTMAN e WERNECKE, 1996), o que permite disponibilizar modelos e ambientes via *internet*, para serem visualizados na maioria dos navegadores.

Produção de animações 2D

Para exemplificar o trabalho em *épura* são utilizadas as animações vetoriais 2D, as quais reproduzem o procedimento a ser seguido pelo aluno para a solução de um determinado problema. O objetivo é simular uma situação usual em sala de aula, onde um professor resolve um exercício no quadro negro, descrevendo os seus passos até a solução. Estas animações estão sendo elaboradas utilizando-se o software *Macromedia Flash 4*, que é um padrão para a Web, e permite criar animações de excelente qualidade com arquivos extremamente compactos. A Figura 4 mostra um exemplo de animação 2D onde um processo é ilustrado em perspectiva e em *épura*, enriquecendo a apresentação do problema.

Montagem do ambiente no formato HTML Help

Na versão *off line* do HyperCAL^{GD}, a tecnologia utilizada consiste na união de diversas mídias eletrônicas através da linguagem HTML (WEXLER e FOSTER, 1998), criando-se um ambiente de ensino-aprendizagem onde estão integrados texto, hipertexto, ilustrações, animações e realidade virtual. A Figura 5 mostra a integração dos conteúdos em páginas no formato HTML. As pesquisas desenvolvidas pelo NCA e as demandas por mais interatividade no sistema apontam para o uso de novas tecnologias no desenvolvimento de uma versão do HyperCAL^{GD} para a *internet*, pois o uso da web é limitado pela necessidade de fazer o *download* do sistema para a máquina do usuário, acarretando certa inércia na atualização dos conteúdos disponíveis para estudo e limitações no controle do processo de ensino-aprendizagem.

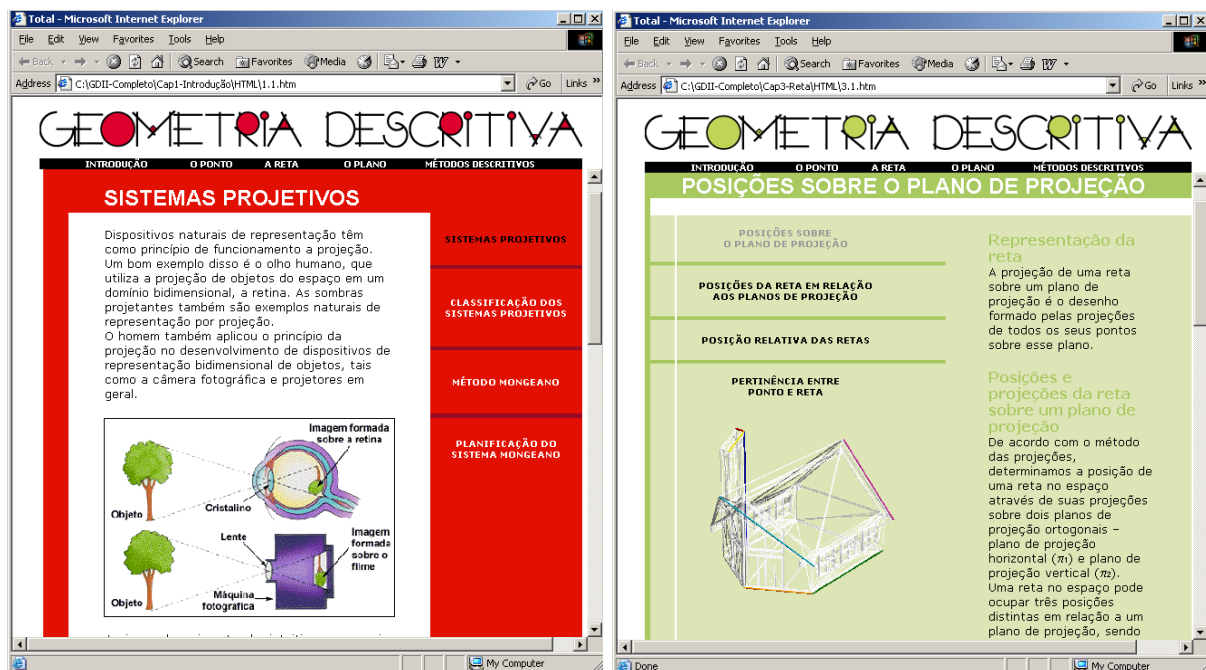


Figura 5. Exemplo de página HTML do ambiente HyperCAL^{GD}.

2.2 Organização dos tópicos abordados pelo ambiente de aprendizagem hipermídia

A geometria descritiva básica contempla o estudo do ponto, reta, plano e métodos descritivos. Desta forma, os assuntos abordados no ambiente de aprendizagem hipermídia foram organizados conforme sua complexidade e uma hierarquia lógica e didática. Assim, os capítulos são divididos em:

- Sistemas projetivos – cônico, cilíndrico oblíquo e cilíndrico ortogonal;
- Estudo do ponto – conceito, representação em épura;
- Estudo da reta – conceito, representação em épura e classificação ;
- Estudo do plano – conceito, representação em épura e classificação;
- Posições relativas entre retas – coincidentes, paralelas, concorrentes e reversas;
- Posições relativas entre planos – paralelismo e perpendicularismo;
- Métodos descritivos – mudança de plano de projeção e rotação;
- Aplicações dos métodos descritivos – distância e interseções.

O ambiente de aprendizagem HyperCAL^{GD}, apesar de apresentar tópicos de forma seqüencial, permite também uma navegação não linear controlada pelo usuário através de links de hipertexto, possibilitando que o aluno consulte o conteúdo conforme seu ritmo e estilo de aprendizagem.



The figure shows two screenshots of the Geometria Descritiva UFRGS forum interface. The left screenshot displays a table of questions and answers, and the right screenshot shows a detailed view of a question about signs in descriptive geometry.

Assunto:	Respostas:	Autor:	Enviada em:
Elaboração de Planos	0	Luis Roberto Turma B	18/05/03 12:42:40
Sinais em épura!!!	1	Eduardo Kranz	12/05/03 18:34:49
Possibilidade de resolução	1	Luis Roberto Turma B	11/05/03 17:47:41
Folha Padrão	1	Mac	08/05/03 11:29:10
Conceitos básicos	0	Fábio Teixeira	06/05/03 00:09:30
Apostila e Material	1	Luis Roberto Turma B/B	30/04/03 23:44:04
Folha padrão	1	1	27/04/03 19:17:21
Sinais	3	Meio perdido	23/04/03 23:24:12
Geometria Descritiva IIA	0	Fábio Teixeira	23/04/03 16:00:48
Fórum GD IIA	0	Fernando	11/03/03 17:22:54

The right screenshot shows a question titled "Sinais" with the following text: "Quais os sinais das coordenadas x, y e z em cada uma das 4 divisões do espaço? Qual a definição de épura e de aedro?". The question is attributed to "Meio perdido" and has a timestamp of "23/04/03 23:24:12". Below the question, there are two answers. The first answer is by "Carlos Soares" (timestamp: 28/04/03 23:04:00) and lists: "1 div = Todos Positivos", "2 div = somente y negativo", "3 div = y, z negativos", "4 div = z negativo", and "Espero ter acertado para poder te ajudar". The second answer is by "Jorge Junior" (timestamp: 04/05/03 12:00:47) and says: "Para melhor compreender este início, faça uma épura de papel, e a analize - a antes de cada exercício. Isto vai facilitar o entendimento. E respondendo a sua pergunta épura é nome dado ao sistema de planos mongeano." Below the second answer, there is a note: "O nome dado às regiões formadas pela interseção dos dois planos de projeção (p1 e p2) é DIEDRO. Os 'sinais' positivos e negativos indicados por Carlos para cada diedro estão corretos. E épura é a planificação do sistema Mongeano."

Figura 6. Tela de perguntas e respostas do Fórum GD *on line*.

2.3 Fórum *on line*

Outra ferramenta de interatividade, cujo desenvolvimento já está praticamente concluído e que será utilizado tanto no HyperCAL^{GD} I como no HyperCAL^{GD} II, é um fórum de discussões via *internet* sobre Geometria Descritiva. Com esta ferramenta assíncrona de interação, é possível formular perguntas e responder às perguntas existentes já formuladas por outros usuários. O fórum conta, ainda, com um mecanismo de busca que permite recuperar

informações por palavras, assuntos e autor. A Figura 6 apresenta a interface do Fórum GD com a tela de pesquisa (E) e a tela de visualização de perguntas e respostas (D). A idéia é estimular a interação entre os alunos das diversas turmas e entre alunos e professor, de tal forma que sejam criadas discussões que ajudem na construção do conhecimento e que estimulem o aprendizado colaborativo.

2.4 Sistema *on line* via *internet*

Um outro projeto paralelo visa a criação de um sistema *on line* via *internet*, onde pretende-se concentrar o conteúdo em bancos de dados, permitindo que o ambiente seja construído de forma dinâmica e personalizada para cada usuário em função do assunto, do seu histórico e estilo de aprendizagem. O banco de dados gerado pelo fórum *on line* é uma das fontes que irão alimentar o banco de dados central e também servirá como parâmetro de avaliação de desempenho do sistema. O HyperCAL^{GD} *on line* irá contar também com ferramentas síncronas de interação entre estudantes na busca de um aprendizado colaborativo, como: ferramentas para comunicação instantânea (chats).

O HyperCAL^{GD} *on line* não será uma ferramenta estática e fechada, pois o conteúdo principal estará centralizado e armazenado em um banco de dados de acesso e atualização constante e dinâmica via *internet*. As páginas de consulta serão geradas de forma dinâmica, obtendo os textos, imagens, modelos e animações a partir do banco de dados. A geração das páginas será feita em função de parâmetros gerais, que levam em conta os tópicos e objetivos do tema, e parâmetros específicos de cada usuário, que levam em conta os conhecimentos preexistentes, o ritmo e o estilo de aprendizagem. Estes últimos serão registrados dinamicamente no Sistema durante a navegação. Um exemplo disto será a elaboração de mapas conceituais que irão ajudar a identificar o caminho que cada usuário descreve na construção de seu conhecimento (Ausubel, Novak e Hanesian, 1980) (Faria, 1995). Com isto, será possível identificar o ritmo e o estilo de aprendizagem de cada usuário, personalizando-se a forma como os conteúdos serão apresentados (Silva, 1999), podendo-se até mesmo verificar se há necessidade de apresentar conteúdos adicionais para que se atinjam os objetivos de cada etapa do processo de ensino-aprendizagem.

O projeto do HyperCAL^{GD} *on line* foi aprovado para financiamento pela SEAD – Secretaria de Educação a Distância da UFRGS para a compra de equipamentos e *softwares* para o seu desenvolvimento. O desenvolvimento deste projeto terá início em julho de 2003 com previsão de implementação a partir de 2004.

3. CONCLUSÕES

Espera-se com esta nova versão do programa (HyperCAL^{GD} II – *Geometria Descritiva Básica*) um sucesso semelhante ao obtido com a primeira versão do HyperCAL^{GD} I – *Estudo de Superfícies*, que vem sendo utilizada desde 1999 para as turmas de ARQ 03320 – Geometria Descritiva III, apresentou resultados significativos (TEIXEIRA et al., 2002), tais como:

- Aumento das taxas efetivas de aprovação: de 82 para 86,2%;
- Aumento da taxa de conceitos A: de 6,3 para 21,3%;
- Aumento da taxa da soma de conceitos A e B: de 36,8 para 52,2%.

Estes resultados animadores expressam parte de um nova realidade vivenciada em sala de aula proporcionada pelo HyperCAL^{GD}. O programa permitiu aproveitar muito mais os curtos períodos de aula (apenas dois períodos por semana), mas também proporcionou um aumento do tempo extra-classe que os alunos interessados dedicam à disciplina. Com isto, foi



possível um maior aprofundamento nos conteúdos estudados resultando em um aprendizado muito mais efetivo.

Agradecimentos

Aos bolsistas que colaboraram neste trabalho: Fernando Batista Bruno, Débora Hein, Flora Bittencourt e Laura Kochenborger.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AUSUBEL, D. P., NOVAK, J. D., HANESIAN, H. **Psicologia Educacional. Interamericana**, Rio de Janeiro, 1980.
- FARIA, W. Mapas Conceituais: Aplicações ao ensino, currículo e avaliação. **EPU - Temas básicos de educação e ensino**, São Paulo, 1995.
- MACHADO, A. **Geometria Descritiva**. São Paulo, 1978.
- JACQUES, J. AZEVEDO, G. Z., AYMONE, J. L. F., TEIXEIRA, F. G. Nova abordagem para o Ensino de Geometria Descritiva Básica. In: **Anais COBENGE – Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia**, 2001.
- HARTMAN J., WERNECKE, J. **The VRML 2.0 Handbook – Building Moving Worlds on the Web**. Addison-Wesley, New York, 1996, 412p.
- SILVA, T. L. K. **Uma proposta de ambiente computacional para aprendizagem em Geometria Descritiva com ênfase na estereotipagem dos estudantes de engenharia**. 1999. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis.
- TEIXEIRA, F. G., SILVA, R. P., SILVA, T. L. K. A Hypermedia Learning Environment for Descriptive Geometry. In: **Proceedings of ICEE 99 – International Conference on Engineer Education**, Prague – Ostrava, 1999.
- TEIXEIRA, F. G., SILVA, R. P., SILVA, T. L. K. Ambiente de aprendizagem hipermídia para Geometria Descritiva. In: **Anais COBENGE - XXVII Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia**, Natal, 1999.
- TEIXEIRA, F. G., SILVA, R. P., SILVA, T. L. K. O Uso da Realidade Virtual no Ensino de Geometria Descritiva. In: **Anais COBENGE – XXVIII Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia**, pp. 315-320, 2000.
- TEIXEIRA, F. G., SILVA, R. P., SILVA, T. L. K. HyperCAL^{GD}, Resultados e metas para o futuro. In: **Anais Cobenge – XXX Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia**, Piracicaba, 2002.
- WEXLER S., FOSTER, B. **The Official Microsoft Html Help Authoring Kit : Understanding, Creating, and Migrating to Microsoft Html Help**. Microsoft Press, February 1998.



HyperCAL^{GD} II – A TEACHING-LEARNING ENVIRONMENT FOR BASIC DESCRIPTIVE GEOMETRY

***Abstract:** Generally the graphic representation's disciplines and specifically Descriptive Geometry have the objective to develop the skills that involved the spatial thinking and the object description on the bi dimensional way. The learning process about these skills can be difficult, depends of methodologies and technologies used, because this exist the necessity of investigation and increasing new approaches for the concepts related to these disciplines. In present time, the resources to offer by information technology have a potential for develop innovatory methodologies for learning. The way for exploration these resources should be consequence of the concepts that will study. The Basic Descriptive Geometry contemplates the study of the Point, the Line and the Plane and descriptive methods, accordant the Monge's system. The hypermedia learning environment presents these subjects emphasizing the use of virtual models, trough the 2D, 3D animations and VRML, compiled with explanation's texts in the HTML pages. This initiative is consequence of the elaboration of the learning environment to study surfaces accordant Descriptive Geometry, which have been using in class since 1999, in the Engineering Courses at UFRGS. The Learning Environment, calls HyperCAL^{GD}, for Basic Descriptive Geometry will use in class in the second semester of 2003, in this moment, it is in development in the NCA – Núcleo de Computação Gráfica Aplicada in the UFRGS' Faculty of Architecture.*

***Key-words:** descriptive geometry, learning environment, distance learning.*