

EXPERIÊNCIAS INOVADORAS EM ENSINO E PESQUISA DA GEOMETRIA DESCRITIVA

*Fábio Gonçalves Teixeira¹
Tânia Luísa Koltermann da Silva²
Régio Pierre da Silva³
Fernando Batista Bruno⁴*

Resumo: Este trabalho apresenta as principais contribuições do grupo de pesquisa Virtual Design (ViD) no processo de ensino-aprendizagem de Geometria Descritiva (GD) de acordo com os princípios do da aprendizagem baseada em projetos. Primeiramente, o artigo apresenta a base teórica que fundamenta as principais iniciativas do ViD aplicadas no processo de aprendizagem da GD, incluindo a aprendizagem baseada em projetos e a modelagem virtual. As iniciativas apresentadas incluem a aprendizagem baseada em um ciclo de experiências virtuais e concretas no contexto do projeto. Estas iniciativas que alimentam o processo de aprendizagem são os resultados das pesquisas acadêmicas do grupo de pesquisa ViD, as quais envolvem projetos de mestrado e doutorado, com repercussões no desenvolvimento de novos métodos, novas tecnologias e novos produtos e na qualidade da educação.

Palavras-chave: Aprendizagem baseada em projetos, Geometria Descritiva, Design Virtual.

Abstract: This paper presents the main contributions of the research group Virtual Design (ViD) to the learning process of Descriptive Geometry (DG) in line with the principles of design-based learning. First, the paper presents the theoretical framework that bases the main ViD initiatives applied to the learning of DG, including design-based learning and physical and virtual modelling. The initiatives presented include a learning cycle based on concrete and virtual experiences in the design context. These initiatives that feed the learning of DG are the result of academic research of the Virtual Design research group, also involving Masters and PhD projects, with repercussions on the development of new methods, new technologies and new products, and the quality of education.

Keywords: Design-based learning, Descriptive geometry, Virtual Design.

¹ Depto. Design e Exp. Gráfica, Univ. Fed. do Rio Grande do Sul. fabioigt@ufrgs.br.

² Depto. Design e Exp. Gráfica, Univ. Fed. do Rio Grande do Sul. tania.koltermann@ufrgs.br

³ Depto. Design e Exp. Gráfica, Univ. Fed. do Rio Grande do Sul. regio@ufrgs.br

⁴ Depto. Design e Exp. Gráfica, Univ. Fed. do Rio Grande do Sul. fernando.bruno@ufrgs.br

1 Introdução

A Geometria Descritiva (GD) é uma disciplina que compreende um corpo de conhecimentos relacionados à representação da forma tridimensional (sólidos, superfícies) e de entes geométricos que assumem posição relativa entre si e em relação ao espaço, além de oferecer métodos de resolução de problemas quanto à forma, posição ou dimensionamento. Assim, contribui para a formação e potencialização de habilidades do pensamento, sendo fundamental para o desenvolvimento do raciocínio lógico e espacial, e de uma linguagem para a comunicação no projeto. Estes conhecimentos e habilidades são base do processo de desenvolvimento de produtos específicos em diversas áreas, as quais durante suas atividades projetuais demandam tanto de representação das formas geométricas, quanto de processos gráficos de resolução de problemas. Tais domínios de aplicação se encontram na arquitetura, engenharias, e design, o que denota a importância desta disciplina na formação destes profissionais.

Neste contexto, a GD é uma disciplina que integra os currículos destes cursos, em geral seguindo uma abordagem tradicional de ensino com base na axiomática e na abstração. No entanto, o processo de ensino-aprendizagem, nesta perspectiva, traz dificuldades relacionadas à compreensão do conhecimento e de sua aplicação (SILVA, P. 2005). Muitas dificuldades decorrem da carência de apoios empírico-concretos relacionados às operações gráficas realizadas em é pura para resolver problemas geométricos. O que, de certa forma, acarreta em discrepâncias, incongruências ou equívocos na aprendizagem de conceitos por parte dos alunos, manifestados, principalmente, pelos conflitos cognitivos durante o processo de transposição de uma representação bidimensional para a tridimensional e vice-versa. Diante de nenhuma, ou de poucas habilidades cognitivas de visualização deste processo, dificilmente ocorre uma aprendizagem significativa destes conceitos. O que acontece, de uma maneira geral, é uma aprendizagem mecânica que demanda muito esforço cognitivo por parte do aluno quando pretende transferir conhecimentos para novos problemas, conseqüentemente, traduzindo-se em prejuízos para a busca da solução no processo de projeto.

Numa abordagem tradicional, o ensino é centrado no professor, detentor do conhecimento e da autoridade em sala de aula, delegando uma postura passiva e reativa para o aluno, sendo que a ênfase está no resultado. Numa perspectiva cognitivista, a ênfase está no processo que é centrado no aluno, sendo que o professor tem papel de orientar e incentivar a participação dos alunos, a interação, e a

pesquisa. Além de promover o debate e o diálogo entre os atores deste processo (aluno/aluno e aluno/professor) visando a construção do conhecimento e o desenvolvimento de importantes habilidades cognitivas.

As atividades de ensino com alto nível de interação e comunicação podem ser realizadas em cursos presenciais, semipresenciais e a distância. E, o avanço tecnológico propiciou que os ambientes de ensino se beneficiem de suas potencialidades. Sendo que os benefícios podem ser gerados tanto pela possibilidade de tratamento e disponibilização de conteúdos e formas de gerenciamento destes, quanto pelas formas de interação mediadas pela tecnologia. Portanto, no âmbito educacional, o ensino a distância e o semipresencial tem se beneficiado das aplicações de tecnologias de informação e comunicação em prol dos ambientes virtuais de aprendizagem. Da mesma forma que esta evolução contribuiu para o ensino presencial, onde o ambiente digital pode ser considerado como uma extensão das atividades realizadas em sala de aula, promovendo a troca de informações entre os alunos e também a cooperação para a realização das tarefas, além de oferecer uma gama de recursos didáticos digitais para suporte ao processo de aprendizagem (KENSKI, 2003).

A utilização do ambiente virtual em situações de aprendizagem não exclui a ação do docente que cada vez mais assume um papel de mediador e de orientador do processo, incentivando o aluno a se engajar e ser ativo na construção do conhecimento. A ação docente permeia buscar estratégias de ensino que sejam adequadas ao perfil dos alunos e que compreendam abordagens metodológicas que integram diferentes recursos, sejam eles digitais ou físicos, para alcançar os objetivos de aprendizagem. Neste sentido, as estratégias de ensino visam promover uma experiência multissensorial para a aprendizagem do aluno (KENSKI, 2003).

Buscando a qualidade do processo de ensino-aprendizagem da GD, o grupo de pesquisa Virtual Design (ViD) vem desenvolvendo pesquisas desde 1999, para aprimorar a metodologia de ensino e adequar o conteúdo e as experiências de aprendizagem desta disciplina tão importante na formação de profissionais com competências para o projeto. Diante do exposto, este artigo tem por objetivo apresentar as iniciativas desenvolvidas por este grupo, no que se refere ao emprego de recursos tecnológicos, ao desenvolvimento de um ambiente virtual de aprendizagem e de apoios empírico-concretos, contribuindo para a adoção de uma abordagem de aprendizagem baseada em projetos no processo de ensino-aprendizagem da GD.

2 Procedimentos Metodológicos

Para a consecução do objetivo proposto neste artigo, os procedimentos metodológicos referem-se, inicialmente, a organização de um quadro teórico abordando alguns aspectos-chave que fundamentaram o processo de desenvolvimento das iniciativas implementadas pelo grupo Virtual Design, incluindo: aprendizagem baseada em projetos, interação e colaboração na aprendizagem; e a modelagem física e virtual. Também, foi realizado um levantamento destas iniciativas, para fins de apresentação, visando abordar aspectos tecnológicos aplicados ao contexto do ensino e pesquisa da Geometria Descritiva.

2.1 Aprendizagem Baseada em Projetos – Interação e Colaboração

A aprendizagem baseada em projetos é uma abordagem educacional que promove a aprendizagem contextualizada e planejada de tarefas em situações reais ou simuladas (Mergendoller *et al.*, 2006). Tem por objetivo estruturar o processo de resolução de problemas ou o desenvolvimento de produtos/serviços.

Larmer e Mergendoller (2010) afirmam que essa abordagem inicia através da estipulação de uma questão norteadora interessante. Isto tem por objetivo motivar os alunos para o desenvolvimento do projeto individualmente ou em equipe. Segundo Markham *et al.* (2008), a aprendizagem baseada em projetos é de ordem interdisciplinar e construtivista. Englobando diferentes estratégias de ensino, que facilitam a descoberta de novas possibilidades, aplicações e demonstrações práticas sobre o conteúdo aprendido.

A Intel® Educar (2010) apresenta as principais características da aprendizagem baseada em projetos, que são: aprendizagem centrada no aluno, colaboração, tomada de decisão em conjunto, conexões com a realidade, e reflexão.

Para Schön (2000), a atividade de projeto envolve a reflexão na ação (“o pensar o que fazem, enquanto fazem”), onde os projetistas lidam com um sistema de implicações em evolução contínua. No processo de projeto, as ações são avaliadas segundo três dimensões, em termos de: desejabilidade de suas consequências a partir de normativas de projeto, conformidade com o processo, e apresentação de novos problemas ou potenciais criados. Este processo de reflexão na ação é fundamental para o desenvolvimento de competências e habilidades em resolver problemas

complexos que compreendem situações incertas, singulares e conflituosas, as quais vão além da racionalidade técnica.

Segundo Kenski (2003), os novos processos de interação e comunicação no ensino mediado pelas tecnologias visam ir além da relação entre ensinar e aprender. Pois, visa o desenvolvimento de habilidades cognitivas, e a autonomia e a responsabilidade do aluno para participar de forma mais ativa no processo de aprendizagem. O envolvimento e a participação dos alunos são fundamentais para a interação e a comunicação, sendo que estas podem se estabelecer, com o apoio ou não das ferramentas digitais.

Na interação com as informações, o processo de transformação destas em conhecimentos requer reflexão, discussão, crítica e ponderações, que são mais facilitadas por meio da interação com outras pessoas. Os debates promovidos entre os alunos e professores, a explicitação de diferentes pontos de vista, e as análises críticas auxiliam a compreensão e a elaboração cognitiva do aluno individualmente e do grupo. A aprendizagem colaborativa destaca a participação ativa e a interação, tanto dos alunos como dos professores, como um grupo de pessoas engajadas em uma tarefa comum (KENSKI, 2003).

2.2 Modelagem Física e Virtual

Por modelagem entende-se o “ato de modelar”, sendo um processo de representação de uma realidade mapeada, ou de um fenômeno por meio de um sistema de variáveis inter-relacionadas. Este processo consiste na construção de um sistema simplificado que representa um sistema físico real (SFR), ou parte dele, em forma de um modelo físico ou simbólico, construído para prever ou descrever o seu comportamento, a partir da compreensão do domínio representado no modelo (JUNG, 2004).

Nas engenharias, arquitetura, e design, a modelagem física ou computacional é utilizada para definir um sistema ou problema, determinar seus elementos constituintes, sintetizar e avaliar alternativas de solução do problema. Em atividades de projeto, a modelagem tem finalidades diversas, entre as quais: percepção da ideia conceitual; visualização do sistema e simulação de seu funcionamento; previsão na solução de problemas projetuais e tomadas de decisão corretivas e preventivas; controle no processo de projeto e na construção dos sistemas e estruturas; verificação e otimização dos parâmetros técnicos à construção do protótipo; além de propiciar a comunicação dos projetos durante seu desenvolvimento (JUNG, 2004).

Em suma, o modelo é utilizado para representar o SFR de forma que viabilize a simulação, a análise e a otimização durante o projeto e desenvolvimento de produtos. A visualização permite a compreensão e representação das características ou propriedades do objeto real, por meio de um modelo físico, ou de um modelo virtual com imagens bidimensionais ou tridimensionais obtidas pelo emprego de recursos computacionais (JUNG, 2004).

Portanto, o processo de modelagem visa a representação do conhecimento de um domínio. Ao referir-se às formas de apreensão do conhecimento existente na sociedade, Levy (1993) salienta que este pode ser categorizado sob diferentes formas: a oral, a escrita, e a digital. As quais se originaram em diferentes épocas, mas apesar disto, elas coexistem e estão presentes em contextos sociais atuais, tal como o educacional. Neste sentido, a revolução digital transformou estes contextos, pelo surgimento de novas concepções, entre as quais de: tempo, espaço, realidade, virtualidade, baseadas nos impactos que as tecnologias eletrônicas causam nas formas de viver e realizar as atividades.

A produção e apreensão de conhecimento na forma digital compreendem não apenas o uso de tecnologias para este fim, mas também de novos comportamentos de aprendizagem, novas racionalidades, novos estímulos perceptivos. O uso das tecnologias digitais traz possibilidades de ação e de comunicação que ampliam e potencializam os sentidos (ver, ouvir, sentir). A temporalidade e espacialidade, expressas em imagens e textos nestes formatos digitais estão diretamente relacionadas a sua apresentação, transformando a própria narrativa num formato contínuo para a fruição (KENSKI, 2003).

O uso da modelagem no processo de projeto pode ser relacionado a um processo de transformação, neste artigo foi buscado a partir de Levy (1996), a definição do virtual como um “modo de ser fecundo e poderoso, que põe em jogo processos de criação”, e a virtualização como um “processo de transformação de um modo de ser num outro”. Entende-se, então, que o virtual não significa a ausência da realidade, mas a relação daquilo que tem “potência, força, virtus” para vir a ser, como derivado de sua origem do latim medieval *virtualis*. A atualização consiste na solução de um problema, “é a criação, invenção de uma forma a partir de uma configuração dinâmica de forças e de finalidades”. E, a virtualização corresponde ao processo inverso da atualização, a passagem do atual para o virtual, em uma “elevação de potência”. Enquanto a atualização vai de um problema a uma solução, a virtualização passa de uma solução encontrada para um problema.

3 Iniciativas Desenvolvidas pelo Virtual Design

A seguir são apresentadas as iniciativas desenvolvidas pelo grupo, relacionando-as tanto ao ensino da GD quanto às pesquisas produzidas ao longo deste processo.

3.1 HyperCAL^{GD} – Livro Eletrônico

Em 1999, foi desenvolvido o HyperCAL^{GD} (TEIXEIRA, SILVA e SILVA, 1999), um *software* no estilo livro eletrônico que utilizava hipertexto e a multimídia para o ensino de superfícies na Geometria Descritiva. O conteúdo textual era complementado por vídeos, animações 2D e 3D e modelos em realidade virtual, com um bom grau de interatividade para a época. Este *software* teve tanto êxito que continua sendo o livro texto da disciplina Geometria Descritiva III da Universidade Federal do Rio Grande do Sul para os diversos cursos de Engenharia. A Figura 1 mostra algumas telas do HyperCAL^{GD}, que utiliza a tecnologia HTML Help, da Microsoft.

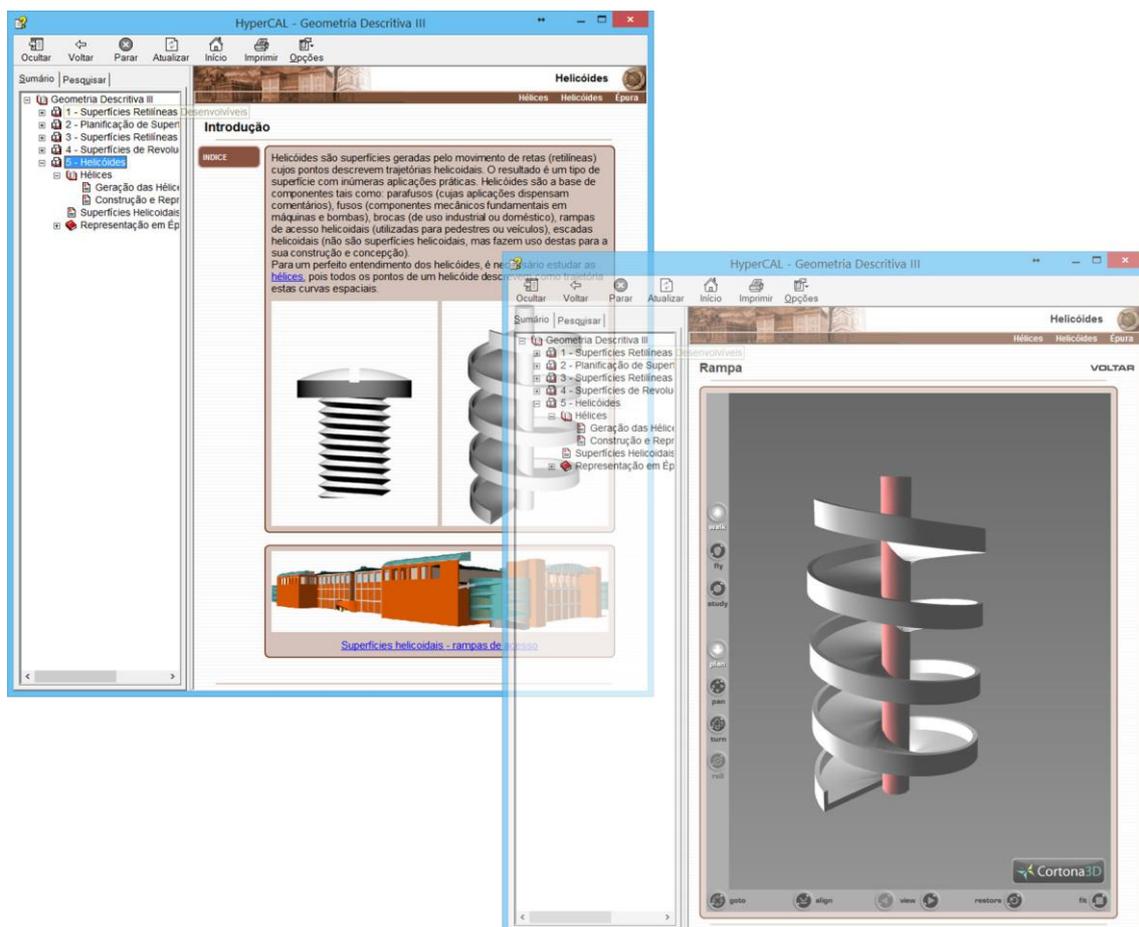


Figura 1 – Telas do livro eletrônico HyperCAL^{GD}, de 1999, com texto, imagens, vídeos e modelos em RV

O HyperCAL^{GD}, além de ferramenta de ensino-aprendizagem, foi utilizado como plataforma para pesquisas relacionadas ao ensino de Geometria Descritiva (GD), incluindo uma dissertação de mestrado (SILVA, 1999), e uma tese de doutorado (SILVA, 2005).

3.2 HyperCAL^{Online} – Ambiente Virtual de Aprendizagem

As pesquisas continuaram e, entre 2002 e 2005, foi desenvolvido o HyperCAL *on line*, uma plataforma para educação a distância (EaD) que utilizava o conceito dos objetos de aprendizagem para a distribuição de conteúdo de forma flexível para atender aos diferentes estilos cognitivos dos usuários. Este trabalho foi desenvolvido em uma Tese de Doutorado (SILVA, T., 2005) e implementado no HyperCAL *on line* como um experimento da Tese. Outros trabalhos acadêmicos foram desenvolvidos a partir deste Sistema, incluindo 4 Dissertações de Mestrado. Outros trabalhos acadêmicos foram desenvolvidos a partir deste Sistema, incluindo 3 Dissertações de Mestrado. Dois destes trabalhos avaliaram (MENDES, 2009) e aprimoraram (PASSOS, 2010) a sua interface, outro implementou uma ferramenta interativa de mapas conceituais para a geração dos objetos de aprendizagem (CORRÊA, 2012) e, finalmente, um trabalho (BRUNO, 2011) que implementou o conceito *learning design*, ampliando o escopo dos objetos de aprendizagem.

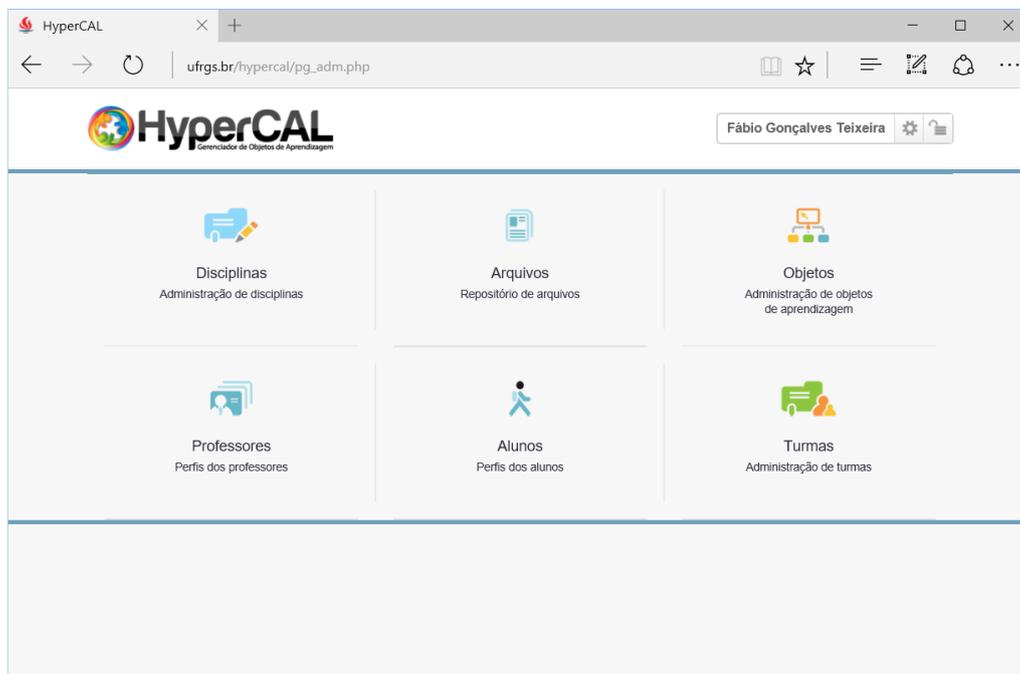


Figura 2 – Tela do HyperCAL online, ambiente virtual de aprendizagem

3.3 HyperCAL^{3D} – Aplicativo

Com o objetivo de proporcionar uma experiência interativa, onde fosse possível aplicar e relacionar os processos da GD no espaço tridimensional e a sua representação correspondente nos espaço bidimensional (Épura) no contexto da aprendizagem baseada em projetos (TEIXEIRA et al., 2006), a partir de 2005, foi desenvolvido o HyperCAL^{3D}, um programa computacional para o apoio à aprendizagem da GD. Trata-se de um aplicativo inovador, pois foi desenvolvido especificamente para o ensino de GD e simula os seus processos em um ambiente tridimensional em tempo real através da manipulação direta dos elementos. O projeto do programa foi todo desenvolvido utilizando os conceitos da Geometria Descritiva na solução dos problemas de Computação Gráfica.

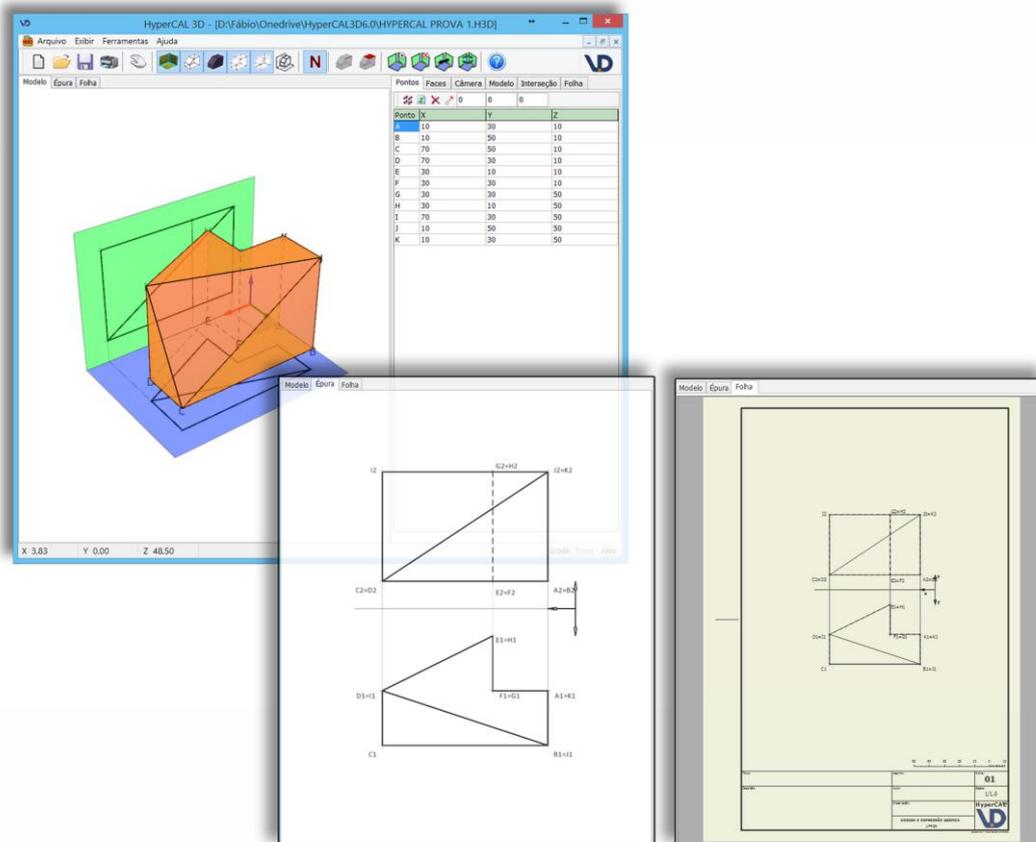


Figura 3 – HyperCAL^{3D}, destacando o ambiente em 3D, a épura (2D) e a pré-visualização de impressão

O HyperCAL^{3D} representou um salto de qualidade para o ensino de GD, pois foi o primeiro programa capaz de representar em 3D e em tempo real os processos gráficos específicos da GD, como mudanças de plano sucessivas, rotações e interseções (Figura 3). Além disso, o programa permite representar e manipular os modelos de

objetos tridimensionais, gerando, de forma automática, a Épura com todas as operações realizadas (TEIXEIRA e SANTOS, 2014).

O HyperCAL^{3D} foi concebido para ser utilizado tanto pelos professores, para a criação de exercícios e exposição de conteúdo, como pelos alunos, para a auxílio na solução de problemas e a visualização dos processos de forma interativa. O programa dispõe de ferramentas para realizar as operações de GD, mas é necessário que o usuário tenha o conhecimento teórico para poder utilizá-las na solução de problemas. Não existe opção para a solução automática.

3.4 Apoios empíricos-concretos

Com o objetivo de completar um ciclo de experiências para criar um percurso de aprendizagem que contemplasse a ação e a reflexão nos níveis concreto, virtual e abstrato, foi desenvolvido um material didático para atividades em sala de aula. Este material permite a criação de objetos com diferentes configurações geométricas geradas a partir de determinados requisitos e restrições. O material é constituído por peças com formas básicas obtidas a partir de cortes de um cubo, resultando em cinco blocos modulares (Figura 4), que podem ser combinados para formar geometrias de maior complexidade.

As diferentes configurações dos sólidos gerados a partir da combinação destes blocos permitem que os alunos experimentem, de forma prática, as posições dos objetos em relação ao Sistema de Projeção, a relação entre posição e tipo de projeção, as posições relativas entre objetos e o uso de sistemas de coordenadas. Mas talvez a contribuição mais importante deste material seja a compreensão, através da reflexão na ação na manipulação de formas concretas, das relações abstratas entre a geometria dos objetos no espaço tridimensional e a sua representação no sistema de dupla projeção na épura.

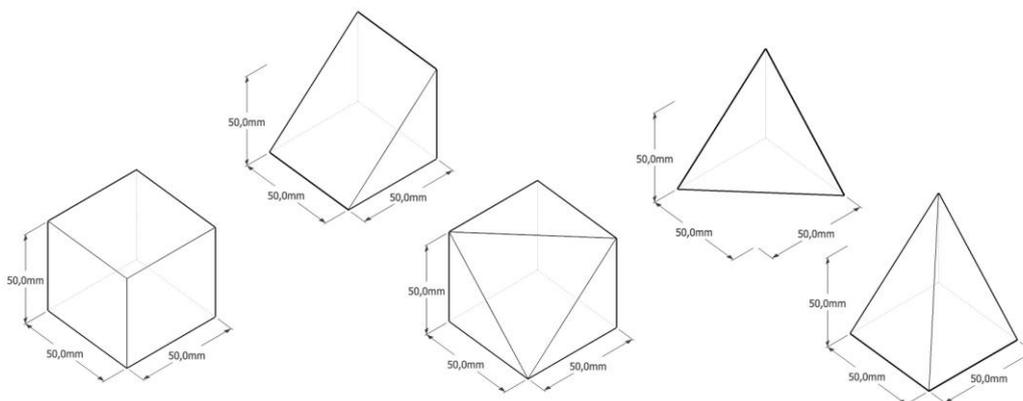


Figura 4 – Formas geométricas do material didático desenvolvido

O objetivo das atividades envolvendo os blocos é auxiliar o aluno a percorrer algumas etapas de projeto, conforme apresentado na Figura 5.



Figura 5 - Representação das etapas 2D – 3D

Nas atividades propostas, os participantes desenvolvem pequenos projetos, com requisitos geométricos a serem cumpridos. Por exemplo:

- Fase de modelagem: Projetar um sólido que apresente os sete tipos de projeção de faces e de arestas, utilizando, no mínimo, um bloco de cada tipo (Fig. 5A);
- Fase de representação: Extrair as coordenadas dos vértices e as conectividades das faces do sólido modelado para a representação em Épura e construção do modelo virtual no HyperCAL^{3D} (Fig.5B);
- Fase de alteração: Cortar o sólido modelado com um plano secante paralelo a uma face oblíqua, interceptando uma quantidade mínima de arestas (Fig.5C);
- Fase de planificação e prototipagem: Planificar as faces do modelo, gerando um projeto de dobra e corte para a construção do modelo físico (Fig.5D).

A aplicação deste material didático integra as demais iniciativas, proporcionando um aporte de recursos que permitem: a experiência concreta, pela criação dos modelos físicos; o trabalho e aprendizagem colaborativa, através do projeto desenvolvido em grupo e com a utilização do HyperCAL *online*; a modelagem e a experimentação virtual, através do HyperCAL^{3D} e a abstração, reforçada pela experiência concreta proporcionada pela planificação através de métodos da GD e construção da maquete, consolidando a aprendizagem baseada em projetos.

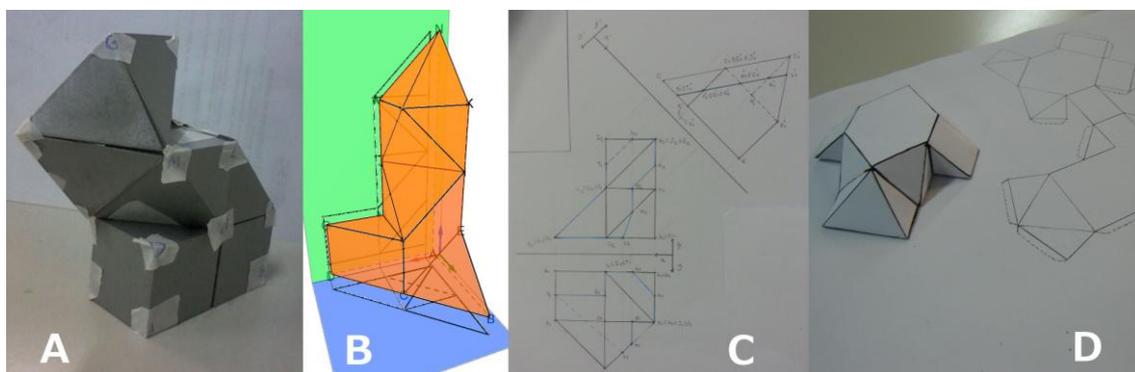


Figura 6 – Exemplos de atividades com os blocos

4 Considerações Finais

Este artigo apresentou as principais contribuições desenvolvidas pelo grupo de pesquisa Virtual Design ao processo de ensino-aprendizagem da GD. O artigo faz uma breve explanação do quadro teórico que fundamenta as principais iniciativas do ViD nos campos tecnológicos e metodológicos aplicadas ao ensino-aprendizagem de GD, incluindo a aprendizagem baseada em projetos e a modelagem física e virtual. Foram apresentadas iniciativas que contemplam um ciclo de aprendizagem baseado em experiências concretas e virtuais no contexto do projeto. Todas estas iniciativas que alimentam o ensino da GD são frutos de pesquisa acadêmica do grupo de pesquisa Virtual Design, envolvendo também projetos de Mestrado e Doutorado, com repercussões no desenvolvimento de novas metodologias, novas tecnologias e novos produtos, além da qualidade do ensino.

Referências

- Bruno, F. B. (2011). **Learning design baseado em padrões pedagógicos para a elaboração de objetos de aprendizagem generativos: uma aplicação no ensino em design**. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Design - PGDesign/ UFRGS. Disponível em <http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/49097>.
- Corrêa, P. E. (2012). **Ferramenta computacional interativa para a elaboração de mapas conceituais integrada no HyperCAL online para a produção de objetos de aprendizagem**. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Design - PGDesign/ UFRGS. Disponível em <http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/98136>.
- Intel® Educar. (2010). **Aprendizagem Baseada em Projetos**. CD-Room Série Elementos. São Paulo: Intel.
- Jung, C. F. (2004). **Metodologia para pesquisa & desenvolvimento: Aplica a novas tecnologias, produtos e processos**. Rio de Janeiro: Axcel Books do Brasil.
- Lévy, P. (1993). **As tecnologias da inteligência**. Rio de Janeiro: Ed. 34.
- Lévy, P. (1996). **O que é virtual?** São Paulo: Ed. 34.
- Kenski, V. M. (2003). **Tecnologias e ensino presencial e a distância**. Campinas: Papirus.
- Larmer, J.; Mergendoller, J.R. (2010) 8 Essentials for Project-Based Learning. USA: BIE EL – **Education Leadership**. September. V. 68 N. 1. Disponível em: <http://www.ascd.org>. Acessado em 12 set 2012.
- Mendes, R. M. (2009). **Avaliação da interface de desenvolvimento de materiais educacionais digitais no ambiente HyperCAL online**. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Design - PGDesign/UFRGS. Disponível em <http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/18293>.

Mergendoller, J. R. *et al.* (2006). *Pervasive Management of Project Based Learning: Teachers as Guides and Facilitors*. USA: BIE – Buck Institute for Education. **Project Based Learning for 21 century**. Disponível em: <http://www.bie.org>. Acessado em 10 set 2012.

Markham, T.; et al. **Aprendizagem Baseada em Projetos – guia para professores de ensino fundamental e médio**. Buck Institute for Education. 2ª ed. Porto Alegre – RS: Artmed, 2008.

Passos, J. E. (2010). **Metodologia para o design de interface de ambiente virtual centrado no usuário**. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Design - PGDesign/UFRGS. Disponível em <http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/28782>.

Schön, D. A. (2000). **Educando o profissional reflexivo: um novo design para o ensino e a Aprendizagem**. Porto Alegre: Artes Médicas Sul.

Silva, T. L. K. (1999). **Uma proposta de ambiente computacional para aprendizagem em geometria descritiva com ênfase na estereotipagem dos estudantes de engenharia**. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção - PPGE/UFSC. Disponível em <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/80665>.

Silva, T. L. K. (2005). **Produção flexível de materiais educacionais personalizados: o caso da geometria descritiva**. Tese de Doutorado, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção - PPGE/UFSC. Disponível em <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/88166>.

Silva, R. P. (2005). **Avaliação da perspectiva cognitivista como ferramenta de ensino-aprendizagem da geometria descritiva a partir do ambiente hipermídia HyperCAL^{GD}**. Tese de Doutorado, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção - PPGE/UFSC. Disponível em <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/101609>

Teixeira, F. G., Silva, R. P., Silva, T. L. K. (1999). *A Hypermedia Learning Environment for Descriptive Geometry*. **ICEE 99 – International Conference on Engineer Education**, Prague – Ostrava.

Teixeira, F. G.; Silva, R. P.; Silva, T. L. K.; Hoffmann, A. T. (2006). **The descriptive geometry education through the design-based learning**. In 12th International Conference on Geometry and Graphics, Salvador, Brasil.

Teixeira, F. G. & Santos, S. L. (2014, August). **HyperCAL^{3D}: a computer application to support the teaching and learning of descriptive geometry**. In 16th International Conference on Geometry and Graphics, Innsbruck, Austria, p.643 – 654. Disponível em http://www.uibk.ac.at/iup/buch_pdfs/icgg2014.pdf