



## UM TUTORIAL DE CAD 3D FOCADO NOS CONCEITOS E NAS PRÁTICAS DO PROJETO DE ENGENHARIA

Liang-Yee Cheng  
Viviane Caroline Abe  
Rodrigo Duarte Seabra

EPUSP – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Departamento de  
Engenharia de Construção Civil  
cheng.yee@poli.usp.br, viviane.abe@poli.usp.br, rodrigo.duarte@poli.usp.br

### RESUMO

O presente trabalho apresenta o contexto, as preocupações, as estratégias adotadas e os resultados da elaboração de um tutorial de CAD para os estudantes ingressantes de engenharia. Apresentando simultaneamente os recursos de um programa CAD e os conceitos de engenharia a eles associados, e induzindo os alunos a refletirem sobre as estratégias eficientes e eficazes de modelamento geométrico, o tutorial proporciona o domínio efetivo da ferramenta CAD 3D e o aprendizado prático do projeto.

**Palavras-chave:** ensino de engenharia, processo de projeto, desenho técnico, tutorial, modelamento geométrico.

### ABSTRACT

This paper presents the background, the main concerns, the strategies and the results of the development of a tutorial for the freshman students of the engineering courses. By presenting simultaneously the main resources of a CAD program, the associated engineering concepts, and concerns about the strategies for the solid modeling, the tutorial is effective for the teaching and learning of 3D CAD and engineering design.

**Keywords:** engineering education, design process, technical drawing, tutorial, geometric modeling.

## 1 Introdução

Projeto é uma das atividades mais importantes dos engenheiros, e consiste num processo interativo de síntese e análise, onde criatividade, experiência, conhecimento e habilidades do

projetista são determinantes na busca eficiente e eficaz das soluções. Deste modo, além da absorção de conhecimentos, de aprender a aprender, e o desenvolvimento das capacidades analíticas por meio de abordagens teóricas e expositivas, os cursos de engenharias devem fomentar a criatividade e dar ênfase ao desenvolvimento de habilidades e experiências profissionais com base nas aplicações práticas. Ou seja, o aprendizado baseado em projeto, através de soluções de problemas reais, ou simplificações destes.

Sistematicamente, o processo de projeto pode ser dividido em quatro fases:

- Reconhecimento e definição do problema.
- Geração e avaliação de soluções alternativas.
- Comunicação da solução.
- Desenvolvimento, fabricação e propaganda do produto acabado.

Em geral, além da terceira fase, o curso de Desenho para Engenharia abrange também as duas primeiras fases, pois os tópicos relacionados à teoria de representação gráfica também compreendem os métodos gráficos para a solução dos problemas geométricos espaciais.

Dentro do contexto da abordagem de aprendizagem por projeto, as disciplinas de Desenho podem assumir um papel central nos cursos de engenharia, proporcionando oportunidades de desenvolver e praticar, de forma integrada, os conteúdos programáticos destas e demais disciplinas do curso, tanto na síntese e análise, como na comunicação das soluções.

Por outro lado, com a rápida evolução da tecnologia computacional, surgiu um grande desafio às disciplinas de Desenho com relação ao desenvolvimento das habilidades ligadas às ferramentas CAD, cada vez mais sofisticadas. Elaboradas para facilitar o trabalho dos projetistas, o domínio da ferramenta CAD exige conhecimentos sobre as práticas do projeto. No entanto, para o ensino de CAD, as abordagens adotadas atualmente nos cursos de engenharia são, na maioria das vezes, dissociadas dos conceitos e das práticas de engenharia. Isso pode ser facilmente verificado tanto nos conteúdos das aulas de CAD como pelos materiais didáticos utilizados, que são focados exclusivamente nos aspectos operacionais dos programas de CAD, com a apresentação dos recursos (comandos) disponíveis.

Essa preocupação exclusiva com os aspectos operacionais dos programas CAD é adequada ao treinamento dos projetistas profissionais, que com todo seu conhecimento e experiência, são capazes de extrair os recursos dos programas, inseri-los de forma orgânica dentro do processo do projeto e estabelecer uma estratégia eficiente e eficaz de modelagem geométrica. No entanto, ao replicar, de uma forma simplista, o enfoque operacional adotado no mercado, com aulas e manuais visando o aprendizado dos comandos, os cursos de engenharia acabam apresentando a ferramenta CAD de uma forma fragmentada. Isso porque os estudantes, aprendizes da profissão, ainda carecem dos conhecimentos e experiências necessários para entender ou fazer proveito dos recursos disponíveis. E o pior, além de perder a excelente oportunidade de aprender a 'projetar' na prática, os estudantes acabam desenvolvendo vícios que podem comprometer a qualidade dos projetos futuros.

Ensinar o CAD sem os embasamentos teóricos equivale a transmitir os conhecimentos voláteis da informática – de ensinar a usar um editor de texto sem antes ensinar a gramática

que protocola a comunicação. Sem a devida contextualização no processo do projeto e fabricação, os tópicos se tornam vários procedimentos mecânicos e restrições monótonas [1], caracterizando o mesmo que aprender a segurar a ferramenta sem saber para que ela serve.

Alinhada à proposta didática do aprendizado integrado da ferramenta CAD com os conceitos e práticas de engenharia, o presente trabalho apresenta o contexto, as preocupações, as estratégias e os resultados da elaboração de um tutorial de CAD voltado para os estudantes de engenharia. Apresentando simultaneamente os recursos de um programa CAD e os conceitos de engenharia a eles associados, e induzindo os alunos a refletirem sobre as estratégias eficientes e eficazes de modelamento geométrico, o tutorial visa simultaneamente o domínio efetivo da ferramenta CAD 3D e o aprendizado prático do projeto.

## **2 O Curso de Desenho na EPUSP**

Na Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (EPUSP), a introdução do computador no curso de Desenho para Engenharia ocorreu no início da década de 90. Desde então, a tecnologia CAD e o impacto da presença do computador na sala de aula tem sido objeto de reflexão e estudo dos docentes, com o objetivo de aproveitar melhor o potencial dos recursos disponíveis da informática e aumentar a eficácia do processo de ensino-aprendizagem [2, 3].

Ao mesmo tempo, iniciou-se um processo de aperfeiçoamento didático que começou com algumas experiências coordenadas [4, 5]. Atualmente, o curso de Desenho para Engenharia é oferecido aos ingressantes de todos os cursos de engenharia, no primeiro e no segundo semestre, com 30 horas aula em cada semestre. Todas as aulas do curso são ministradas nos Laboratórios de Ensino de CAD. Criados em 2005, os laboratórios foram resultado da parceria com mais de 20 empresas com a Escola Politécnica. Além disso, os programas utilizados em sala de aula foram fornecidos pela Bentley e pelo programa PACE (Partners of the Advancement of Collaborative Engineering Education).

Os objetivos principais do curso consistem no domínio da linguagem e ferramentas de comunicação técnica gráfica, o desenvolvimento das habilidades de resolver problemas, capacidade de trabalho em equipe, fomentar a criatividade e o raciocínio, e praticar a metodologia de projeto de engenharia. Para atingir os objetivos do curso de Desenho, alinhado com a abordagem de aprendizagem por projeto, além das aulas teóricas e expositivas, os alunos são expostos a situações que exigem a prática dos conteúdos teóricos na forma de exercícios e projetos semestrais. Os exercícios têm a função de avaliação diagnóstica, permitindo que as deficiências sejam corrigidas. Os projetos semestrais, executados em grupo, têm a finalidade de praticar de forma coesa e integrada os conhecimentos adquiridos no curso de engenharia. Conseqüentemente, são excelentes oportunidades para a vivência do trabalho em equipe.

Durante o curso, os estudantes dispõem de um horário reservado, porém não obrigatório, à prática das ferramentas CAD em atividades programadas (monitoria). Os alunos monitores são capacitados e treinados para respeitar os diferentes ritmos de aprendizado [6].

A Figura 1 mostra a estrutura atual do curso de Desenho na EPUSP. Os três elementos

bases do curso que cobrem os aspectos de conhecimentos, habilidades e atitudes são:



Figura 1. Os três elementos bases do curso de Desenho para Engenharia da EPUSP.

- **Teoria:** aulas presenciais ministradas pelos professores visando à fixação dos conceitos. Com cargas horárias reduzidas a duas horas semanais, baseiam-se numa metodologia dinâmica de aprendizagem que exige dos alunos estudos prévios com base nos guias didáticos elaborados para esta finalidade.
- **Atividades programadas:** prática dos softwares de CAD, com carga de uma hora semanal, sem presença obrigatória, conduzida pelos alunos monitores (alunos de graduação). Ao lado dos plantões sobre CAD, visam o desenvolvimento das habilidades ligadas às ferramentas CAD e a realização dos projetos semestrais.
- **Projetos semestrais:** realizados em grupo onde, além de motivar e contextualizar o aprendizado através da simulação das atividades de projeto de engenharia tem a finalidade de desenvolver habilidades e atitudes condizentes com a prática profissional.

O curso é formado por duas disciplinas: Geometria Gráfica para Engenharia, no primeiro semestre, e Representação Gráfica para Engenharia, no segundo.

Na disciplina de Geometria Gráfica para Engenharia, são abordados os tópicos relacionados à teoria da representação gráfica, como Desenho Geométrico, Geometria Descritiva e Cotada e Superfícies Topográficas, que visam o domínio de métodos de solução gráfica. Na disciplina, os estudantes têm a oportunidade de aprender e praticar atividades relacionadas ao CAD 2D, fazendo uso da ferramenta MicroStation. Como projeto semestral, os estudantes trabalham no projeto simplificado de uma linha de transmissão de energia, aplicando conceitos da Geometria Cotada, representações por superfícies topográficas e levantamento de perfis topográficos [7].

No segundo semestre, na disciplina de Representação Gráfica para Engenharia, o conteúdo do curso abrange temas como a Perspectiva Isométrica e Cavaleira, Vistas Ortográficas, Cortes e Seções, Cotagem, Desenhos de Execução e Normas Técnicas, além do CAD 3D, fazendo uso intenso do programa NX3 no desenvolvimento do projeto semestral, que consiste no projeto e construção de um carrinho para a competição no final do semestre.

### 3 O NX3

O NX3 é um software de CAD 3D *high-end*, com uma série de funcionalidades para o projeto de componentes e sistemas complexos. Além do modelamento por instanciação, *features*

(características geométricas) e varredura, utiliza conceitos como modelamento paramétrico e por restrições geométricas, cujos benefícios ultrapassam o escopo da eficiência e eficácia do modelamento geométrico e auxiliam a disciplinar, organizar e melhorar a qualidade do projeto.

Para facilitar os comandos do software estes são agrupados de acordo com sua funcionalidade, na forma de ambientes de trabalho (*Applications*). Os ambientes de trabalho utilizados no curso de Desenho são:

- *Modeling*, ambiente para modelamento de peças;
- *Assembly*, ambiente para montagem do conjunto;
- *Drafting*, ambiente para geração de desenhos técnicos.

A interface inicial do software consiste no portal de entrada do mesmo, onde o usuário cria ou abre um arquivo e escolhe o ambiente adequado ao trabalho que pretende realizar. Escolhendo um dos ambientes, um conjunto de ferramentas específicas deste, na forma de *menus* e *toolbars* é disponibilizado, além da janela gráfica para a visualização e da barra de *status*, que fornece informações e dicas importantes de cada passo da operação em andamento. A Figura 2 apresenta a interface inicial do NX3.

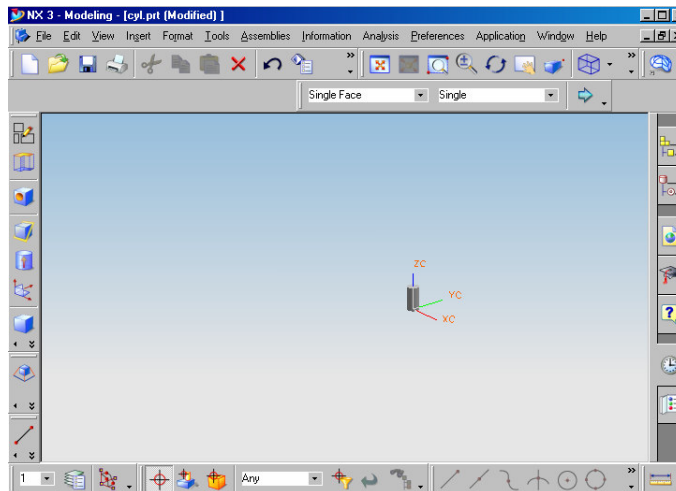


Figura 2: Interface do NX3.

## 4 Elaboração do Tutorial

O objetivo do tutorial apresentado neste trabalho está além da elaboração de um material didático para o auto-aprendizado do programa de CAD NX3. O foco principal do trabalho é o aprendizado simultâneo e integrado dos recursos da ferramenta CAD, os fundamentos teóricos por trás destes recursos e como aplicá-los nas atividades do projeto, levando-se em conta as práticas profissionais, visando uma produção eficiente e eficaz.

Para isso, o tutorial foi elaborado utilizando uma linguagem simples e objetiva, procurando estimular o raciocínio para o modelamento geométrico com base em estratégias eficientes. A ênfase nas estratégias eficientes do modelamento de uma peça é uma motivação para o aprendizado, pois são desafios lançados aos estudantes que, além do perfeito domínio dos recursos disponíveis no programa CAD, devem aplicar na prática os conceitos e práticas de

engenharia, tais como as funções da peça, o uso desta, o processo de fabricação, e uma constante reflexão sobre a possibilidade de reaproveitamento da peça modelada para gerar família de peças semelhantes de forma eficiente.

Tendo em vista a grande quantidade dos recursos disponíveis e a complexidade do programas CAD, o tutorial foi elaborado para não abordar de forma exaustiva os recursos do programa. Sendo assim, apenas os recursos essenciais são apresentados, e mesmo nestes, somente as opções básicas são discutidas, e as menos usadas são abordadas de uma forma conceitual, dando aos estudantes uma base necessária para explorar as opções e demais recursos de acordo com o interesse e a disponibilidade de cada um. Além de não sobrecarregar os estudantes, isso ajuda a evitar o desestímulo ao aprendizado, com a manipulação de um grande volume de menus e botões, muitos não intuitivos, e manter o foco de atenção dos estudantes nos tópicos relevantes, motivando e facilitando o aprendizado.

Pelo mesmo motivo, destaca-se o aprendizado prático através dos exercícios resolvidos, escolhidos de forma criteriosa e introduzidos na seqüência crescente de dificuldade, em sintonia com os conceitos do projeto, os tópicos de modelamento geométrico, ou novos recursos do programa de CAD que se deseja apresentar. Assim, a resolução passo a passo acontece gradativamente sem que a explicação retome conceitos discutidos nos capítulos e seções anteriores. Isso acaba exigindo um conjunto de requisitos mínimos para que os estudantes avancem para os capítulos posteriores. Além de tornar o tutorial mais enxuto e menos cansativo, de certo modo, força os estudantes a se dedicarem na aprendizagem do conteúdo do exercício em questão, o qual será necessário nos próximos.

## **5 Estrutura do Tutorial**

Com o propósito de facilitar a aprendizagem, o tutorial é dividido em 7 capítulos. Na próxima seção serão mostrados detalhadamente os conteúdos de cada capítulo. A estrutura do tutorial está baseada na divisão do conteúdo de cada capítulo em três seções: a parte conceitual, os exercícios resolvidos e os exercícios propostos. No início de cada capítulo, os objetivos e requisitos são apresentados explicitamente. Em seguida, os conceitos e dicas importantes são introduzidos de uma forma objetiva por meio de uma linguagem simples e clara. Visando a preparação inicial dos estudantes, mostra a relação entre os recursos do programa CAD com os conceitos e as práticas do projeto de engenharia e alerta sobre alguns aspectos relevantes na definição da estratégia do modelamento. Depois disso, é apresentada uma série de exercícios resolvidos e propostos, inclusive alguns como desafios. O passo a passo de cada exercício resolvido sempre começa com o passo zero, a definição da estratégia, e sempre termina com o último passo, que se caracteriza em uma reflexão sobre alguns aspectos conceituais ou operacionais, por meio do convite aos estudantes a responderem algumas dúvidas em aberto. O questionamento por meio de perguntas para a reflexão tem por objetivo testar e aprofundar os conhecimentos adquiridos no exercício e estimular o raciocínio.

## 6 Conteúdo dos Capítulos

### 6.1 Capítulo 1 – Primitivas e *Features*

Este capítulo traz uma introdução a CAD 3D, apresenta brevemente a estrutura do NX3, e introduz os conceitos sobre a instanciação das primitivas geométricas e a aplicação de *features*, associando-os intuitivamente ao processo de aquisição de matéria prima e usinagem usando furação, chanframento, arredondamento, etc. Além disso, o capítulo trata os conceitos de cotagem, além de discutir tópicos sobre o modelamento paramétrico. É apresentada a importância da utilização da parametrização no projeto de engenharia, que fica evidente quando existe a necessidade de alterar o sólido ou gerar eficientemente uma família de peças semelhantes. A Figura 3 mostra um exemplo dos exercícios de modelamento por instanciação e por *features*.

### 6.2 Capítulo 2 – Sketch e Varreduras

O capítulo aborda o modelamento de sólidos usando as técnicas de varredura. A geração de sólidos por varredura requer a criação do perfil, que costuma demandar boa parte do tempo de execução. O NX3 possui recursos poderosos de geração de perfis paramétricos e definição das curvas aplicando restrições geométricas. Estes recursos permitem a construção das curvas de forma análoga ao desenho de esboço, o qual recebe o nome de *sketch* (esboço) no NX3. A elaboração do *sketch* exige a aplicação intensiva dos conceitos de modelamento paramétrico e por restrições, e é um momento único para fazer os estudantes a pensarem sobre os aspectos funcionais e os processos de fabricação, assim como o reaproveitamento do modelo. Espera-se, com isso, disciplinar e organizar o trabalho deles, de modo a adquirir os hábitos corretos e o de projetar com qualidade. Ao mesmo tempo, também são abordados os conceitos de *layers* para facilitar a organização dos elementos em camadas diferentes, segundo algum critério, e para facilitar o controle de visualização. A Figura 4 mostra um exemplo do *sketch*.

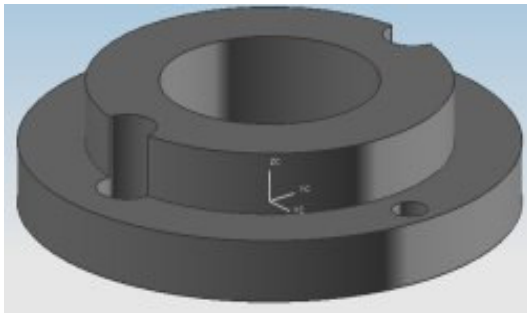


Figura 3: Exemplo de modelamento por instanciação e *features*.

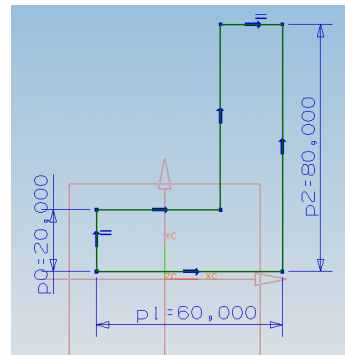


Figura 4: Exemplo de *sketch*.

### 6.3 Capítulo 3 – Modelamento CSG

Este capítulo tem por objetivo a prática do modelamento de sólidos usando as operações booleanas, além da introdução às árvores CSG (*Constructive Solid Geometry*) e entidades de referência. O princípio básico do CSG é a geração de um sólido de geometria mais complexa

com base nas operações booleanas de união, diferença e intersecção de dois ou mais sólidos simples. No NX3, a árvore CSG mostra os passos para a construção de um sólido, podendo ser acessada por meio do *Part Navigator*, que permite visualizar a estratégia adotada no modelamento, avaliar sua eficiência e fazer alterações no sólido com rapidez. As entidades de referência consistem nas entidades geométricas abstratas utilizadas como elementos auxiliares na construção do modelo, podendo ser pontos, eixos e planos de referência. A Figura 5 apresenta um dos exercícios resolvidos sobre Modelamento CSG.

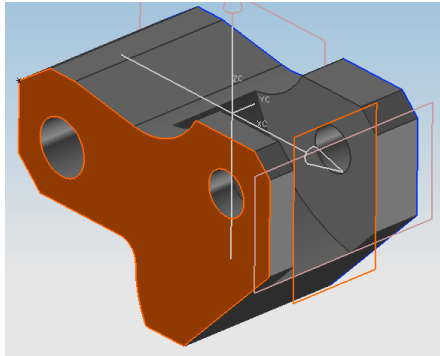


Figura 5: Exemplo de modelamento CSG.

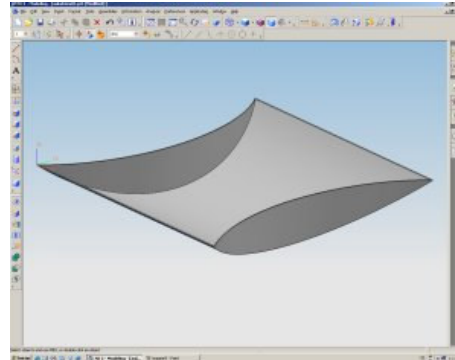


Figura 6: Modelamento de superfícies.

#### 6.4 Capítulo 4 – Modelamento de superfícies e Intersecções entre Sólidos e Superfícies

O capítulo enfoca as operações de geração de superfícies. Dentro do contexto do modelamento de sólidos, a importância do modelamento de superfícies reside no fato de permitir o corte de um sólido usando a superfície para gerar uma face com forma complexa. O NX3 dispõe de praticamente todos os meios avançados para a criação de superfícies: geração de superfícies por varredura; superfícies regradas; por combinação; superfícies de Bezier e *Spline* e NURBS. A Figura 6 ilustra um dos exercícios sobre o modelamento de superfícies.

#### 6.5 Capítulo 5 – Assemblies

O objetivo principal deste capítulo é a prática da construção de conjuntos. Em termos de modelamento geométrico, o modelo de sólido de um sistema pode ser construído reunindo os modelos de sólido dos seus componentes, encaixando-os de acordo com o procedimento de montagem do sistema real. O ambiente *Assembly* do NX3 possui uma série de ferramentas dedicadas à criação e edição do conjunto por processo de *top-down* ou por *bottom-up*, além de utilizar os conceitos de *mating*, que define os tipos de encaixe e, portanto, os graus de liberdade do movimento relativo entre as peças. A correta aplicação deste conceito permite a análise cinemática do conjunto, incluindo o estudo do processo de montagem e a análise de interferência entre as peças. A Figura 7 destaca o processo de construção de um conjunto.

#### 6.6 Capítulo 6 – Desenhos de Execução (Conjunto e Montagem)

O capítulo se destina a ensinar a criação do desenho de conjuntos, com a lista de peças, e o desenho de montagem, por meio da perspectiva isométrica explodida. Uma vez gerado o modelo de sólido do conjunto, a geração dos desenhos técnicos consiste na preparação da



folha de desenho, geração das vistas do conjunto ou das peças, inserção de notas, cotas ou outras informações alfanuméricas, que dependem do tipo de desenho. A Figura 8 exibe um conjunto “explodido”.

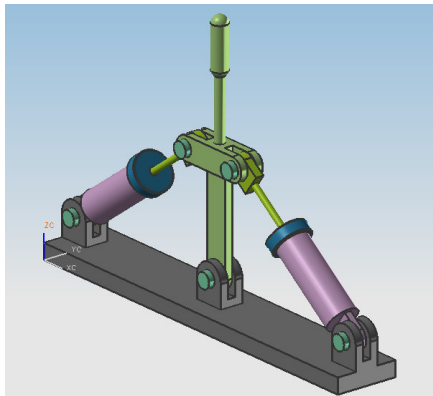


Figura 7: Construção de um conjunto.

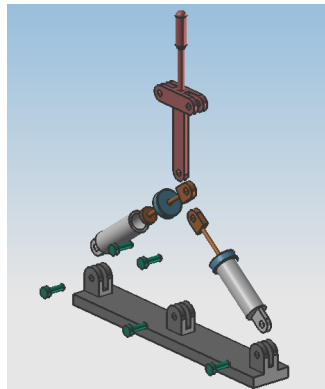


Figura 8: Exemplo de conjunto “explodido”.

## 6.7 Capítulo 7 – Desenhos de Execução (Vistas, Cortes e Cotagem)

Este capítulo visa à criação dos desenhos de detalhes (vistas ortográficas, vista em corte e cotagem) usando ambiente *Drafting* do NX3. A cotagem exige conhecimentos além da “inteligência” que os softwares de CAD possuem porque está relacionada intimamente às funções da peça e aos processos de fabricação. No NX3, a cotagem é feita de forma semi-automática, com ferramentas que facilitam a indicação das cotas. No entanto, a decisão de quais são as cotas que devem ser indicadas fica a cargo do projetista. A aplicação efetiva do modelamento paramétrico e por restrições ajuda a organizar a indicação de cotas e pode ser aproveitada como recurso didático para a aprendizagem, de forma mais natural, dos conceitos de cotagem, um tópico relevante, porém difícil para a maioria dos estudantes de engenharia.

## 7 Considerações Finais

O trabalho apresentou a elaboração de um tutorial para a aprendizagem de CAD 3D voltado para os estudantes ingressantes dos cursos de engenharia. Mais do que um tutorial para o ensino dos aspectos operacionais do programa CAD, com a apresentação dos comandos disponíveis, o material didático é focado na aprendizagem prática e integrada dos conceitos do projeto de engenharia, tópicos de modelamento geométrico, e estratégias eficientes do modelamento. Isso permite contextualizar os recursos do programa e tornar a aprendizagem mais significativa. Os exercícios propostos foram selecionados e organizados de forma criteriosa. A estratégia adotada em cada capítulo foi formulada de modo a facilitar a compreensão e a aprendizagem do conteúdo apresentado. Como características principais do tutorial elaborado, destacam-se:

- Enfoque nos conceitos fundamentais, enfatizando os conceitos e as práticas do projeto de engenharia, considerando sempre a estratégia eficiente e eficaz para modelar a peça;
- Estrutura de cada aula com apresentação explícita dos objetivos, requisitos

necessários, conceitos e dicas e a aprendizagem prática através da solução passo a passo, e de pontos para a reflexão.

- Extensa lista de exercícios resolvidos, elaborados criteriosamente para abranger as funcionalidades da ferramenta de CAD de forma evolutiva, e extensa lista de exercícios propostos como “desafios”;
- Oferecimento de um conjunto mínimo de informações necessárias para capacitar os estudantes a desenvolverem os projetos semestrais.

Os resultados preliminares mostraram que o uso do tutorial em sala de aula proporcionou avanços significativos no desempenho dos estudantes na disciplina. Isso indica que o tutorial elaborado foi eficaz no cumprimento de seu objetivo principal, que consistia em exercitar o raciocínio lógico para a resolução de problemas de engenharia. Além disso, observou-se que o uso do tutorial incentivou a prática de exercícios, se comparada aos anos anteriores, quando o tutorial não era disponível, e refletiu também diretamente na melhoria da apresentação final dos projetos semestrais, com a avaliação positiva dos professores envolvidos na disciplina.

## Referências

- [1] CHENG, Liang Yee. “Integração de Graduação e Pós-graduação no Ensino de Desenho para Engenharia”. In: XXVIII Congresso Brasileiro de Ensino na Engenharia (COBENGE’2000). **Anais**. Ouro Preto, 2000.
- [2] LATERZA, L. B. M. F. “O Impacto da Computação Gráfica no Ensino de Desenho”, In: 1º Simpósio de Computação Gráfica, Arquitetura, Engenharia e Áreas Afins. **Anais**. Salvador, 1991.
- [3] KAWANO, Alexandre. “Só o Computador Não Basta”. **CADDESIGN**, p.66. ano 3, vol. 25. 1997.
- [4] KAWANO, Alexandre et al. “Aplicação da Técnica de Projeto em uma Disciplina de Desenho Técnico”. In: 1o. Encontro de Educadores da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. **Anais**. 1996.
- [5] SANTOS, Eduardo Toledo et al. “Projeto Geométrico de uma Barragem: Uma Experiência no Ensino de Desenho Técnico”. In: XXVII Congresso Brasileiro de Ensino na Engenharia (COBENGE’99). **Anais**. Natal, 1999.
- [6] LAURINDO, Rafael Magalhães et al. Aspectos da atividade de monitoria nas disciplinas de Desenho I e II para engenharia. In: XVI Simpósio Nacional de Geometria Descritiva e Desenho Técnico e V International Conference on Graphics Engineering for Arts and Design (GRAPHICA’2003). **Anais**. Santa Cruz do Sul, 2003.
- [7] SANTOS, Eduardo Toledo et al. Da geometria cotada ao modelamento 3D: projeto didático. In: Anais do XVI Simpósio Nacional de Geometria Descritiva e Desenho Técnico e V International Conference on Graphics Engineering for Arts and Design (GRAPHICA’2003). **Anais**. Santa Cruz do Sul, 2003.