

16 a 19 de setembro | Juiz de Fora - MG

## ENSINO DE CAD NOS CURSOS DE ENGENHARIA CIVIL E ARQUITETURA: UMA ABORDAGEM ATRAVÉS DO DESENHO MECÂNICO

Lara Sandrini – lara.sandrini@ufv.br Estudante do curso de Engenharia Civil Universidade Federal de Viçosa Depto de Engenharia Civil 36570-900 – Viçosa – MG

Kléos M. Lenz César JR. – <u>kleos@ufv.br</u>

Professor do curso de Engenharia Civil Universidade Federal de Viçosa Depto de Engenharia Civil 36570-900 – Viçosa – MG

### Resumo:

O ensino de desenho técnico é uma necessidade imprescindível nos cursos de engenharia e arquitetura. Além do aspecto próprio da linguagem gráfica (a representação geométrica da concepção de um produto visando sua realização), o desenho técnico possibilita o desenvolvimento do raciocínio, o senso de rigor geométrico (inclusive a visualização realista de um produto no espaço), e a idealização sistêmica do projetista, culminando na execução de um projeto com precisão.

A forma como os desenhos são realizados tem sido influenciada de maneira notável pelo desenvolvimento tecnológico que vem ocorrendo em todo o mundo devido a globalização. O surgimento das ferramentas CAD (*Computer Aided Design*) revolucionou a forma com que profissionais lidam com a criação de desenhos técnicos. Porém, apesar do grande nível de automação tornada possível pelo ambiente digital, a base teórica para execução de um desenho técnico, seja ele uma peça mecânica ou um detalhamento estrutural, deve ser a mesma do desenho tradicional "à mão". Sendo assim, é necessário que um projetista tenha um bom nível de entendimento dos conceitos de desenho geométrico para a correta interpretação espacial da forma de um produto.

O Departamento de Engenharia Civil da UFV oferece a disciplina CIV 180 – Projeto Assistido por Computador aos estudantes do curso de Engenharia Civil, Engenharia de Agrimensura e Engenharia Ambiental. Embora de contexto na indústria da construção civil, adotou-se, desde 2007, metodologia de ensino para o desenho mecânico.

Palavras-chave: Desenho técnico, desenho mecânico, CAD

### 1. INTRODUÇÃO



Há uma larga gama de *software* CAD disponível atualmente no mercado, dependendo do sistema operacional definido como base. O CAD mais popular do mercado é o *AutoCAD* (atualmente em sua versão 2015, desenvolvido e distribuído pela empresa americana *Autodesk*), disponíveis para os sistemas operacionais *Microsoft Windows* e *Mac OS* (*Apple*), ambos comerciais e de códigos fechados.

Devido aos altos custos da adoção de *software* CAD para a plataforma *MS Windows*, a UFV vem adotando uma política de softtware livre para aplicação no ensino. Assim, surgiu o interesse no estudo de diversos CAD alternativos sob o sistema operacional *Linux*. Um grupo se formou com o objetivo de estudar a possibilidade de instalação (e adequação aos métodos de ensino) do *BricsCAD* (desenvolvido pela empresa belga *Bricsys*). No âmbito de aplicação da disciplina CIV 180 – Projeto Assistido por Computador verificou-se que este CAD é compatível com as metodologias que vinham sendo propostas, não havendo quaisquer perdas.

*BricsCAD* mostrou-se uma solução eficaz para a proposta de migração do *AutoCAD* para outro software por ter uma interface e comandos semelhantes, dispensando tempo de adaptação por parte dos usuários. Além disso, trabalhar com formato dwg nativo.

### 1.1. Objetivos

Este trabalho tem o objetivo de discutir avanços na metodologia apresentada por CESAR JR & FIORESI (2013), cuja aplicação foi adaptada para uso em *BricsCAD*. Discutese fundamentos do desenho mecânico como motivo para ensino de CAD na UFV e apresentase dois exercícios ilustrativos do método.

### 2. CONTEXTUALIZAÇÃO

### 2.1. Ensino de desenho técnico nas engenharias

O verbo "desenhar", do latim *designare*, significa designar, marcar de uma maneira distinta, representar. O desenho é denominado uma linguagem da expressão gráfica. Assim sendo, o desenho tornou-se o principal instrumento de comunicação em muitas áreas do conhecimento (BARROS E CORREA, 2007). O desenho técnico distingue-se do desenho livre (aquele normalmente praticado pelos artistas gráficos), por seu caráter normativo. Exigências do mercado fizeram surgir iniciativas para a elaboração de normas técnicas que estabelecem parâmetros e padrões universais para a representação gráfica de determinado produto ou serviço de forma a beneficiar a cooperação e o intercâmbio de informação entre todos os interessados. No Brasil, estas normas são regidas pela ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas), fundada em 1940. O desenho técnico normatizado é a forma eficiente e segura de transmitir idéias e soluções para os projetistas de qualquer ramo das engenharias. Por isso, os currículos dos cursos de engenharia possuem esta disciplina em sua programação, independente da instituição de origem (SERRA, 2008).

Segundo as Diretrizes Curriculares Nacionais dos Cursos de Engenharia, aprovadas pelo Parecer CNE/CES 1.362/2001 de 12/12/2001, publicado no Diário Oficial da União em 25/2/2002, os cursos de engenharia devem conduzir uma série de treze competências. Entre estas, destaca-se especificamente "(c) Conceber, projetar e analisar sistemas, produtos e processos" e "(i) Comunicar-se eficientemente nas formas escrita, oral e gráfica" (PELISSON E ESTORILIO, 2006).

O desenho técnico acrescenta à forma presente no desenho, as convenções que traduzem o material e a função do objeto. Por estar presente em diversas áreas do



conhecimento, pode assumir diferentes denominações: desenho mecânico, desenho de estruturas, desenho de edificações, desenho arquitetônico, entre outros (COSTA, 1988).

Segundo SERRA (2008), disciplinas de desenho podem ser entendidas como a base do raciocínio espacial ou exercício mental de projetar e planejar em engenharia. É possível destacar a deficiência desses aspectos por parte dos alunos que ingressam no ensino superior em cursos de engenharia. Acredita-se que a não obrigatoriedade das disciplinas de desenho no ensino médio e fundamental vem contribuindo substancialmente para a situação atual, na qual não raramente estudantes são encontrados com dificuldades extremas na interpretação de desenhos.

O uso de ferramentas de computação gráfica tem sido rapidamente introduzido no ensino do desenho no dia-a-dia das instituições de ensino superior. Entretanto, paralelamente às vantagens percebidas, surge um problema: o conteúdo didático das disciplinas tem sido desfavorecido e, até mesmo colocado em segundo plano, pela demasiada importância dada ao domínio da ferramenta (BARROS e CORREA, 2007). Apesar desta revelação, acredita-se que a inserção de novas tecnologias no ensino deve acontecer sempre que possível e, lembrando as palavras de AMORIM (1997): "a informatização do ensino deve acontecer em todos os domínios em que sua aplicação tenha benefícios e vantagens sobre o processo tradicional".

È fundamental que o aluno aprenda a desenhar com instrumentos e fazer esboços antes de aprender a representar em programas de desenho, conteúdo oferecido por disciplinas de desenho tradicional, instrumental, na prancheta. A construção de uma figura em um determinado programa sempre parte de figuras básicas. O resultado final será a combinação de diversas formas e figuras. A leitura e interpretação do projeto pressupõem um conhecimento teórico-prático das formas e meios de se representar uma concepção no papel e de se passar as informações para a execução. Dessa forma é importante que se conheça previamente a teoria (SERRA, 2008).

### 2.2. Ensino de desenho na UFV

O Departamento de Engenharia Civil (DEC), em parceria com o Departamento de Arquitetura e Urbanismo (DAU) da Universidade Federal de Viçosa (UFV), oferece em sua grade curricular, algumas disciplinas de desenho. São elas: *ARQ103* - Geometria Descritiva (Fundamentos de desenho geométrico. Geometria de representação: os entes fundamentais do espaço métrico); *ARQ204* - Representação Gráfica em Arquitetura (Conceitos fundamentais do Desenho Técnico. Desenho Arquitetônico); *ARQ205* - Representação Gráfica em Arquitetura (Representação gráfica de taludes de cortes e aterros. Circulação vertical. Coberturas de edifícios. Desenho arquitetônico), *ARQ330* - Compatibilização entre Projetos (Fases dos projetos arquitetônico e complementares. Coordenação de projetos de edificações. Exigências legais para apresentação dos projetos complementares a partir do projeto arquitetônico) e *CIV 180* – Projeto Assistido por Computador.

Os estudantes tendem a valorizar excessivamente o desenho em meio digital, uma vez que há o entendimento equivocado de que no mercado este é o mais usual. Porém, há o forte entendimento por parte dos professores de que as disciplinas de desenho tradicional em prancheta aguçam a percepção espacial e a cognição, além de fornecer o embasamento teórico sistemático para a concepção de um produto. Uma alternativa encontrada para incrementar o interesse dos alunos consiste em aliar o ensino das técnicas de desenho ao ensino de desenho



em meio digital, focando assim a metodologia de ensino mais na representação de objetos mecânicos e menos no aprendizado das ferramentas do *software*.

### 2.3. Ensino de CAD na UFV

O DEC/UFV possui referência na área de ensino de CAD. A disciplina CIV 180 vem sendo ministrada estudantes do terceiro período dos cursos de Engenharia Civil, Engenharia de Agrimensura, Engenharia Ambiental e Engenharia Química por cerca de doze anos. O DEC dispõe de laboratórios equipados tanto com computadores PC, quanto com os demais aparelhos complementares de projeção e de plotagem. Por ano, aproximadamente cento e cinqüenta alunos matriculam-se regularmente em CIV 180.

Apesar desta disciplina ser oferecida para fins de desenvolvimento do desenho civil, grande parte dela envolve o desenvolvimento de desenhos mecânicos. Acredita-se que esta metodologia possibilita uma abordagem mais ampla dos conceitos relacionados aos comandos CAD. Assim, os estudantes que cursam CIV 180 possuem uma forte base para o desenho em ambiente digital relacionado à sua profissão. Além disso, a resolução de peças mecânicas também possibilita a ampliação e amadurecimento dos conceitos relacionados ao desenho técnico manual (CÉSAR JR e FIORESI 2013).

### **3. METODOLOGIA**

A metodologia de ensino vinha sendo aplicada ao uso do software *AutoCAD*, criado e comercializado pela *Autodesk*, disponibilizado em versões apenas para os sistemas operacionais *Microsoft Windows* e *Apple MacOS*, ambos plataformas comerciais e de código fechado. Recentemente, no meio acadêmico de uma Universidade pública, vários questionamentos surgiram quanto à viabilidade da adoção de tais *softwares* nos seus laboratórios. Há uma política explícita de redução das verbas públicas destinadas à manutenção das universidades públicas. Assim sendo, o grupo de CAD da UFV vem estudando software de CAD alternativo baseado em sistema operacional livre, como o Linux. Esse sistema apresenta diversas vantagens, dentre elas o fato de ser de livre distribuição e ter código aberto, além de que seu desempenho atende muito bem aos objetivos propostos. A partir daí formou-se um grupo para o estudo da viabilização do *software BricsCAD*, uma das opções de aplicativos apoiados em *Linux* e disponível no mercado.

*BricsCAD*, desenvolvido pela empresa belga *Bricsys*, vem se mostrando se uma solução eficaz para a proposta de migração, por ter uma interface e comandos semelhantes. Além disso, lê e grava arquivos no formato nativo DWG, não havendo perdas na metodologia até então adotada.

### 4. APLICAÇÕES

Dois exercícios são desenvolvidos neste artico com o intuito de ilustrar a aplicação do método exposto por CESAR JR & FIORESI (2013) baseado no novo software de CAD. Estes dois exercícios, em momentos distintos no transcorrer do semestre letivo, são desenvolvidos pelos estudantes de CIV 180.

A Figura 1 e a Tabela 1 (adaptados de CESAR JR & FIORESI (2013)) resumem a metodologia para o desenvolvimento da solução dos exercícios.



16 a 19 de setembro | Juiz de Fora - MG



Figura 1 - Convenção adotada do texto para um passo na elaboração de uma figura

Obs	Exemplo	Justificativa
1	► 11. Espelho	A primeira linha do quadro que contem o texto do roteiro possui a numeração do passo a ser
	ua metade	executado e uma breve descrição do seu conteudo. Se o quadro representa o primeiro passo a
_	Mirror	ser seguido da figura, deve iniciar com um ▶.
2	WIITO	Comandos a serem lançados (nome do comando, não necessariamente a forma como deve ser
		digitada na linha de comando ou encontrada nos meus), dados a serem digitados e opções do
		filtro osnap serão sempre representados em negrito.
3	objects:	Textos que aparecem na linha de comando do AutoCAD serão representados em Courier.
		Tem o objetivo de instruir o usuário sobre os dados a serem fornecidos. Nem todo o texto é
		exibido, apenas o que for relevante.
4	[ <i>clique</i> ] P38,	O texto que aparece entre colchetes indicam teclas a serem pressionadas. "Botão direito"
	P39 [enter]	representa o botão direito do mouse. Pontos são indicados pelo nome correspondente e
		sempre separados por vírgula.
5	[shift]+[botão	Modo natural de invocar os filtros osnap. Pressiona-se a tecla Shift e, mantendo-a
	direitoj	pressionada, pressiona-se o botão direito do mouse. O menu pop-up para escolha do filtro
		osnap irá aparecer.
6	clique P40	Textos entre parêntesis representam comentários. Quando conter um ponto de referência, este
	(P41)	será o ponto obtido através da aplicação do filtro <i>osnap</i> sobre o ponto precedente.
_		
/	• P40	Representa ponto a ser explicitamente definido pelo usuário através do clique do mouse ou
		digitado.
8	• P41	Representa ponto que será implicitamente definido pelo AutoCAD através de comandos ou
		filtro osnap.
9		Representa a área de seleção tipo Window, caracterizadas pelos pontos P38 e P39

#### Tabela 1 - Configuração do AutoCAD

### 4.1. Aplicação 1

A Figura 2A é proposta para o ser reproduzida pelo estudante, que deverá completá-lo em 10 minutos. A solução desejada para o problema é ilustrado nas Figura 2B, Figura 2C e Figura 3.



16 a 19 de setembro | Juiz de Fora - MG



Figura 2. Desenvolvimento do desenho da Aplicação 1 em BricsCAD



# ENGENHARIA:

Múltiplos saberes e atuações

16 a 19 de setembro | Juiz de Fora - MG



#### Figura 3. Desenvolvimento do desenho da Aplicação 1 em BricsCAD

### 4.2. Aplicação 2

Da mesma forma, o desenho ilustrado na Figura 4A é também submetida aos estudantes para reprodução, tendo este o tempo máximo de 15 minutos para o seu desenvolvimento (excluindo as cotas). As Figura 4B, Figura 4C, Figura 5 e Figura 6 ilustram a solução do exercício.



16 a 19 de setembro | Juiz de Fora - MG



Figura 4. Desenvolvimento do desenho da Aplicação 2 em BricsCAD



# ENGENHARIA:

Múltiplos saberes e atuações

16 a 19 de setembro | Juiz de Fora - MG



Figura 5. Desenvolvimento do desenho da Aplicação 2 em BricsCAD (continuação)



16 a 19 de setembro | Juiz de Fora - MG



Figura 6. Desenvolvimento do desenho da Aplicação 2 em BricsCAD (continuação)

### **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A metologia, cuja adaptação para uma nova plataforma CAD, foi exposta neste artigo, acrescido do desenvolvimento de duas aplicações. Vários outros exercícios estão sendo elaborados.

De forma análoga, o DEC/UFV vem criando uma metodologia para aplicação da modelagem 3D no ensino de engenharia.

### Agradecimentos

Os autores agradecem ao CNPq, através do programa Jovens Talentos para a Ciência.



### 5. REFERÊNCIAS / CITAÇÕES

AMORIM, F.A.S.; NAEGELI, C.H. Integração teoria e prática no ensino de engenharia – A construção de um novo modelo pedagógico. Anais: XXIII Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia. Salvador: 1997

BARROS, T.F.G; CORREIA, A.M.A. Quebrando tabus: o ensino do desenho arquitetônico no curso de engenharia civil. Anais: Congresso Internacional de Engenharia Gráfica nas Artes e no Desenho, 7º Simpósio Nacional de Geometria Descritiva e Desenho Técnico. Curitiba, 2007.

CESAR JR, K.M.L.; FIORESI, L.A. Método para o Ensino de Desenho Técnico em CAD nos Crusos de Engenharia e Arquitetura. Anais: XLI Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia. Gramado: 2013.

COSTA, M.D; COSTA, A.P.A.V. Geometria gráfica tridimensional. v.1, Recife, Editora Universitária, 1988.

PELISSON, M.G.C.G.; ESTORILIO, C.C.A. Estudo comparativo das estratégias de ensino utilizadas em desenho técnico mecânico Anais: Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia. Passo Fundo: 2006.

SERRA, Sheyla Mara Baptista. Breve Histórico do Desenho Técnico. São Carlos, 2008. 10p, Apostila.



### TEACHING OF CAD IN CIVIL ENGINEERING AND ARCHITECTURE: AN APPROACH THROUGH MECHANICAL DRAWING

**Abstract:** The teaching of technical drawing is an essential need in engineering and architecture undergraduation courses. Beyond the particular aspect of graphic language (the geometric representation of the design of a product aimed at its realization), technical design enables the development of reasoning, the sense of geometrical rigor (including the realistic visualization of a product in space), and the systemic idealization of the designer, which culminates in the execution of a project accurately.

The way designs are being carried out has been notably influenced by technological development that has occurred around the world due to globalization. The emergence of CAD (Computer Aided Design) tools has revolutionized the way professionals deal with the creation of products and, consequently, technical drawings. However, despite the high level of automation made possible by the digital environment, the theoretical basis for the implementation of a technical drawing (a mechanical peace or a structural detailing) should be the same as traditional drawing made "by hand". Therefore, it is necessary that a designer has a good level of understanding of the concepts of geometrical drawing for the correct interpretation of the spatial shape of a product.

The Department of Civil Engineering of the Universidade Federal de Viçosa offers the discipline CIV 180 - Computer Aided Design to students of Civil Engineering, Surveying and Environmental Engineering. Although its context in the construction industry, teaching methodology for mechanical design has been adopted since 2007.

Key-words: Technical drawing, mechanical design, CAD drawing