



FORMAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL: DESAFIOS PARA O CURRÍCULO NA UFJF

Mauricio Leonardo Aguilar Molina – mauricio.aguilar@engenharia.ufjf.br
Universidade Federal de Juiz de Fora, Faculdade de Engenharia
Campus da UFJF, Martelos
36.036-900 – Juiz de Fora – MG

Waldyr Azevedo Junior – waldyr@engenharia.ufjf.br
Universidade Federal de Juiz de Fora, Faculdade de Engenharia
Campus da UFJF, Martelos
36.036-900 – Juiz de Fora – MG

***Resumo:** A atualidade do campo da Engenharia Civil envolve uma série de desafios devidos à complexidade de seus projetos. Este trabalho propõe a necessidade de uma abordagem holística na formação dos futuros engenheiros como uma condição fundamental para alcançar a qualidade e a produtividade necessárias para alcançar a competitividade num contexto altamente competitivo e globalizado. O trabalho termina apresentando algumas considerações em relação ao currículo do curso de Engenharia Civil na Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF) e algumas ideias para a atualização do seu currículo.*

***Palavras-chave:** Engenharia Civil, Ensino de Engenharia, Visão Sistêmica, Novas Tecnologias da Informação, BIM.*

1. INTRODUÇÃO

1.1. Desafios para a Engenharia Civil

O crescimento da população mundial e seu contínuo fluxo para as áreas urbanas são tendências que colocam o foco na necessidade de soluções de engenharia sustentáveis. A crescente demanda por energia, água potável, ar puro, o tratamento de resíduos e a disponibilidade de infraestrutura e meios de transporte em massa devem constituir os eixos do desenvolvimento da engenharia. Adicionalmente, o aumento na ocorrência de catástrofes naturais, e a constatação no aumento de acidentes em grandes obras de engenharia tais como usinas nucleares ou até as consequências de atos de terrorismo tornam ainda mais complexa a situação – eventos para os quais o Brasil não está imune.

No atual cenário de crescimento da indústria da construção civil e de obras de infraestrutura, quando o mercado profissional dos engenheiros civis experimenta significativo crescimento, segundo recente pesquisa da Confederação Nacional da Indústria (CNI, 2008), o Brasil apresenta déficit de profissionais qualificados para dar conta do desafio de crescimento do País.



Com um perfil de formação tradicional essencialmente técnico, um dos grandes desafios dos engenheiros civis na atualidade é a gestão de sistemas complexos. A definição e gerenciamento do escopo nos novos empreendimentos, o grande número de interdependências entre atividades e processos, a necessidade de agilidade nas respostas, a necessidade de melhor interface entre várias especialidades nos empreendimentos, além do aumento no número de *stakeholders* constituem bons exemplos. Conforme a mesma pesquisa desenvolvida pela CNI, com dados de 2007, as empresas brasileiras identificam carências em termos de competências mais estritamente técnicas da profissão, faltando competências em áreas gerenciais, que são importantes para o desenvolvimento do profissional dentro da companhia, tais como trabalho em equipe, liderança, noções de marketing e de relacionamento com os clientes. Noutras palavras e de um modo geral, percebe-se a falta de profissionais com um perfil profissional de caráter holístico.

Num cenário de grande complexidade, as demandas para os novos engenheiros não são apenas de competências técnicas, mas também de gestão, pois engenheiros plenos eventualmente deverão ocupar postos gerenciais nos níveis estratégicos de tomada de decisões das empresas, para os quais a bagagem técnica tradicional recebida na faculdade é manifestamente insuficiente.

De fato, dentre as principais dificuldades enfrentadas pelos engenheiros civis recém-formados está a falta de competência em áreas essenciais, tais como relações humanas, empreendedorismo, inventividade, competências estas que os currículos tradicionais não entregam na sala de aula, sobrando, conseqüentemente, para as empresas suprir tais carências, que acabam participando no processo formativo dos engenheiros de acordo com as necessidades específicas do mercado.

Tais demandas adquirem um caráter crítico, pois, nota-se também uma diferenciação crescente no mercado de serviços técnicos no âmbito da Engenharia Civil, promovendo a terceirização de serviços. Por outro lado, “as empresas brasileiras estão se globalizando e indo prospectar obras no exterior, assim como empresas de fora estão vindo atuar no país. Isso gera mudança e inovação, exigindo um novo modelo de engenheiro. Só o conhecimento adquirido dentro da universidade não é mais suficiente, pois as companhias entendem que o conhecimento técnico tem curto prazo de validade. Elas querem competências comportamentais, que se traduzem em saber comunicar, saber liderar e saber negociar” (BORGES, R.L., 2013).

1.2. As novas abordagens tecnológicas e a necessidade de uma reinvenção da formação em Engenharia Civil

O projeto no âmbito da Engenharia Civil tem se tornado crescentemente complexo, com os conseqüentes desafios semânticos tanto em nível de comunicação quanto de interpretação entre equipes de projeto. O aumento no tamanho e o conseqüente aumento nos custos dos novos empreendimentos, tudo isso, além da preocupação pela diminuição do desperdício e o aumento da qualidade e da produtividade, constituem fatores que há algumas décadas já levaram a comunidade da engenharia a estabelecer novos padrões de desempenho. A Engenharia Civil, mais recentemente também começou a adotar novas práticas adaptadas a partir das experiências desenvolvidas noutras áreas.

A Engenharia Civil vem passando por uma transição de paradigma: as visões tradicionais de projeto vêm evoluindo para uma prática de simultaneidade ou paralelismo que facilita decisões precoces no projeto; neste novo cenário, as novas tecnologias desempenham um papel central como facilitadoras dos processos. Neste contexto, o BIM – *Building*



Information Modeling – é o resultado de iniciativas de sistematização do processo construtivo que possibilitam o avanço para uma interoperabilidade inédita, a qual possibilita que os diversos *stakeholders* tenham acesso a um mesmo modelo do produto, com características realísticas sustentadas em softwares de classe mundial. Estas novas abordagens tecnológicas vêm diminuindo significativamente a quantidade de erros de comunicação e interpretação e, em função disso, o mercado de trabalho atual se mostra altamente interessado em profissionais que tenham competências desta natureza.

1.3. A necessidade de uma visão holística da formação profissional

As mudanças tecnológicas que permeiam o mundo moderno tiveram um impacto definitivo no mundo e na sociedade do jeito que conhecemos. A percepção do tempo e do ritmo das coisas mudou em função da instantaneidade e da ubiquidade da informação. Em consequência, a forma de trabalho dos profissionais começa a mudar na prática, para incorporar dimensões e competências não consideradas antes ou, ainda, negligenciadas. Isso coloca um grande desafio para a formação profissional oferecida pelas universidades, que precisam revisar os currículos dos cursos para dar conta de tais mudanças.

A ampliação das possibilidades por conta dos novos recursos tecnológicos começa a mudar de maneira fundamental o espaço de ação dos discentes: a sala de aulas não é mais o templo da transmissão do saber. As possibilidades de aprendizado dos novos discentes são diferentes em função do contínuo contato deles com uma ampla gama de fontes de informação em contextos cotidianos, tais como redes sociais; isto apresenta uma boa oportunidade para a construção da sua própria autonomia, deixando um desafio interessante para a docência, que pode tirar proveito de tais condições para que os discentes desenvolvam suas competências de um modo mais sintonizado com a vida cotidiana, permeada pelas novas tecnologias.

No início da década passada, Oliveira (2000) constatava que a maioria dos cursos de engenharia do país não dispunha de mecanismos de integração curricular, sendo comum também que os aspectos pedagógicos não fossem considerados formalmente. Mais de uma década depois de tal constatação, é possível verificar que pouco mudou no currículo do curso de Engenharia Civil da UFJF. Além da referida falta de coesão entre as disciplinas do currículo, uma recente avaliação feita pelo MEC (MEC, 2010) alertava para “um desequilíbrio na distribuição de carga-horária entre as áreas profissionalizantes do curso, causando que disciplinas importantes sejam optativas”. Nessas condições, a falta de integração entre conteúdos e seu desequilíbrio impedem que o conhecimento profissional seja desenvolvido de forma adequada, pois a visão disciplinar do curso não consegue formar o aluno com uma visão holística do processo.

Caberia neste ponto questionar se tal situação não teria algum impacto negativo no desenvolvimento das competências enunciadas na legislação (CNE, 2002): “formação generalista, humanista, crítica e reflexiva; capacitação para absorver e desenvolver novas tecnologias, estimulando sua atuação crítica e criativa na identificação e resolução de problemas, considerando seus aspectos políticos, econômicos, sociais, ambientais e culturais, com visão ética e humanística, em atendimento às demandas da sociedade”.

No início da década de 1990, houve na UFJF um início de flexibilização através da abertura do currículo para a incorporação de disciplinas eletivas, as quais, em alguns casos, propunham suprir as carências então percebidas em função do acelerado desenvolvimento tecnológico, ampliando – desse modo – as fronteiras do currículo, caracterizado este por uma rigidez significativa. No entanto, ao não ser acompanhada esta flexibilização curricular pela



previsão de revisão periódica da estrutura, objetivos e conteúdos do currículo, a proliferação de disciplinas eletivas, se bem que inicialmente mostrou-se uma boa medida, não chegou a resolver o problema, uma vez que elas não proliferaram de modo orgânico. Desse modo, o quadro de fragmentação disciplinar observado inicialmente no currículo continua a persistir, visto que o próprio currículo obrigatório não foi adaptado para acomodar novas competências incorporadas através da tal flexibilização curricular. Como consequência disso, conceitos comuns precisam em muitos casos ser repetidos em diferentes disciplinas para permitir uma compreensão adequada delas.

Por outro lado e possivelmente com alguma relação de causalidade, um dos grandes empecilhos na formação de engenheiros no país é a alta desistência escolar. De acordo com um estudo recente da Confederação Nacional da Indústria (CNI, 2008), a média de evasão das faculdades de engenharia na última década foi de 55,5%. Por outro lado, outro estudo mostra que 80% da evasão ocorre no primeiro ano (OLIVEIRA, 2013). Ainda de acordo com a CNI, seria necessário estimular a conclusão dos cursos e melhorar a qualidade do ensino para formar engenheiros com perfil inovador. Para isso é preciso investigar com maior detalhe o fenômeno a fim de poder agir em torno das causas.

As altas taxas de evasão têm efeitos tanto diretos quanto indiretos, causando grandes prejuízos em termos humanos, institucionais, econômicos e sociais e com um impacto na competitividade do país. Em termos humanos, tais perdas podem ser associadas com o não cumprimento das expectativas associadas à profissão em termos de recompensa financeira. A sociedade tem grande prejuízo por conta da falta de retorno de maciços investimentos, ao tempo em que vagas são perdidas, pois comumente não são recuperadas, tendo como consequência o chamado “apagão da mão de obra profissionalizada na Engenharia”.

A evasão nos cursos de engenharia não tem recebido a devida atenção. De fato, a formação de poucos de engenheiros civis não teve impacto significativo até poucos anos atrás, num contexto de poucos desafios, explicados principalmente em função da estagnação econômica do país. Não obstante, o novo cenário político-econômico-social mudou drasticamente esse quadro: partindo de uma baixa demanda por engenheiros civis, passou-se para um novo cenário, no qual a Universidade não está formando em número suficiente os engenheiros que estão sendo demandados pelo mercado. Tais demandas têm a ver com uma série de fatores, dentre os quais demandas oriundas do crescimento do país e a consequente necessidade de dar conta de uma demanda reprimida na área de habitação, infraestrutura, saneamento e energia, principalmente.

À luz das considerações anteriores, parece ser que o simples ingresso a um curso superior de engenharia não é garantia suficiente para o sucesso do aluno. De fato, cursar engenharia é um empreendimento que significa uma mudança drástica na vida dos jovens, que migram de um regime de colégio para um regime universitário, não apenas em termos de exigência como também em termos de estratégias de ensino. Por outro lado, a falta de informação quanto a objetivos e exigências no momento de optar por um curso de engenharia, além da imaturidade própria dos candidatos pode ser um fator explicativo da evasão estudantil.

1.4. Os desafios da formação profissional: Conhecimentos versus Competências

O conhecimento, entendido como tradicionalmente estável, hoje em dia tem um caráter altamente dinâmico; a cada dia avança e ganha novas formas e configurações. Desse modo, objetivo de vida do discente tradicional de se formar um engenheiro civil para o resto da sua vida perdeu todo seu sentido: a consigna dos dias atuais é a promoção da autonomia no



aprendizado. Isto pode ser feito através do desenvolvimento de ferramentas e mecanismos para que propiciem a construção de redes de conhecimento, permitindo o aprendizado contínuo de modo diferente ao tradicional permitindo que as premissas contidas nas diretrizes oficiais sejam efetivamente cumpridas.

Por outro lado, há algum tempo o conceito de “conhecimento” vem perdendo foco ante a emergência do conceito de “competência”, de caráter mais abrangente. De acordo com Perrenoud (2000), “Competência é a faculdade de mobilizar um conjunto de recursos cognitivos (saberes, capacidades, informações etc.) para solucionar com pertinência e eficácia uma série de situações”. Desse modo, competência está associada a um conjunto de elementos que permitem ao profissional lidar com uma situação complexa, em alguns casos nova, e resolvê-la. O conceito de competência relaciona alguns aspectos importantes: primeiramente, competência constitui uma capacidade profissional: “ser capaz de”. O segundo aspecto tem a ver com o verbo “mobilizar”, que significa movimentar com força interior, o que é diferente de apenas deslocar, que seria transferir de um lado para o outro. O último aspecto tem a ver com o conceito de “recurso”. Por fim, o conceito de competência está ligado à sua finalidade. Noutras palavras, abordar (e dar uma solução a) situações complexas (ARAVENA et al., 2005).

O conceito de competência contempla cinco facetas ou recursos: conteúdos (os conhecimentos técnicos e específicos necessários), habilidades (“saber fazer”), linguagem (necessária para a comunicação num domínio específico de trabalho), valores culturais (o conjunto de crenças que balizam o trabalho na empresa) e, por último, emoções (a capacidade de administrar as emoções e comportamento).

Dentre as competências fundamentais no cenário profissional atual, o engenheiro civil deve ser preparado para desenvolver um raciocínio amplo e uma compreensão que deve ir além das fronteiras culturais tradicionais. Isto passa pela compreensão de outras culturas e idiomas. Os novos engenheiros devem ter como característica principal a competência da iniciativa e do trabalho em equipe, a fim de participar na gestão de empreendimentos complexos. Liderança, criatividade, capacidade de aprender e desaprender são necessárias para que o futuro engenheiro esteja preparado para se desempenhar com sucesso num contexto de trabalho criativo, subjacente ao trabalho intelectual do engenheiro.

Com o avanço da globalização, a educação requer uma visão renovada e com um discurso político de abertura. O volume do conhecimento técnico-científico cresce exponencialmente tornando-se inviável sua captura num processo formal de aprendizado profissional limitado a um prazo de cinco anos, que é o tempo ideal para a formação dos engenheiros.

Em função dessa instabilidade do conhecimento, o engenheiro irá precisar de revisões regulares do seu conhecimento a fim de zelar pela sua permanente atualidade, através de formação continuada. Formação continuada pode ser feita de diferentes maneiras em função de necessidades profissionais específicas. Considerando a mudança acelerada como uma constante, o profissional precisará desenvolver de uma competência até agora não contemplada no currículo: “aprender a aprender”. Eis uma consideração fundamental para a formação de engenheiros.

“É um milagre que a curiosidade sobreviva à educação formal” (frase atribuída a Albert Einstein)



O caráter dinâmico do conhecimento no âmbito da Engenharia Civil faz com que o conhecimento não tenha a estabilidade que costumava ter. Hoje em dia, a consecução do diploma de engenheiro não é mais o final da carreira profissional como antanho... É apenas o começo de outros aprendizados, que em muitos casos poderão requerer um “desaprendizado”. Efetivamente, dentre as capacidades de aprendizagem, a mais difícil delas certamente é a de “desaprender”. A base de toda aprendizagem é aquilo que aprendemos antes, de modo que cada nova competência é incorporada a partir daquilo que já sabemos e temos impresso na memória... “Desaprender” significaria, conseqüentemente, evoluir, deixar atrás as crenças antigas e estar aberto para assimilar novas verdades, ter olhos abertos para olhar o novo. É necessário ser capaz de esquecer (ou seja, desaprender) para, então, novamente aprender... Isso só será possível somente se a Universidade for capaz de, ao invés de oferecer um conhecimento dogmático, efetivamente desenvolver uma “formação generalista, humanista, crítica e reflexiva”.

2. DEMANDAS PARA A FORMAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

2.1 O que é ser Engenheiro Civil?

No Brasil, a formação do profissional da Engenharia Civil está legalmente definida através da Resolução CNE/CES de 11 de março de 2002, a qual Institui Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia no país:

“Art. 3º O Curso de Graduação em Engenharia tem como perfil do formando egresso/profissional o engenheiro, com formação generalista, humanista, crítica e reflexiva, capacitado a absorver e desenvolver novas tecnologias, estimulando a sua atuação crítica e criativa na identificação e resolução de problemas, considerando seus aspectos políticos, econômicos, sociais, ambientais e culturais, com visão ética e humanística, em atendimento às demandas da sociedade.”

A referida diretriz define lineamentos gerais, deixando para as instituições a responsabilidade pela apropriada definição dos meios pelos quais tal perfil profissional será alcançado na formação dos engenheiros, sem – no entanto – definir mecanismos de atualização para os currículos. Em consequência disso, é possível observar em alguns casos desatualização nos projetos pedagógicos dos cursos, em muitos casos pela falta de uma visão generalizada de um currículo como coisa viva e, conseqüentemente, sempre em evolução.

A visão mais comum da Engenharia num sentido amplo é a de profissionais para a “resolução de problemas”. No entanto, a ideia de “resolver” problemas se contrapõe com a ideia de “criação”, presente na diretriz oficial acima; a ideia de resolução sugere a existência de uma formulação prévia do problema, o que coloca o aprendizado numa condição de simples adaptação a determinados esquemas – metodologias, técnicas – a partir da repetição de práticas, com pouco espaço para a criatividade e a inovação preconizadas pela mesma diretriz. De fato, embora a referida resolução estabeleça no seu Art. 5º que “Cada curso de Engenharia deve possuir um projeto pedagógico que demonstre claramente como o conjunto das atividades previstas garantirá o perfil desejado de seu egresso e o desenvolvimento das competências e habilidades esperadas” (CNE, 2002), não se encontra no atual projeto pedagógico do curso de Engenharia Civil da UFJF evidências de que esta exigência seja cumprida (o texto foi aprovado pelo Colegiado do Curso de Engenharia Civil em 2010, mas ainda não foi publicado oficialmente).



A inovação é a implementação bem sucedida de idéias criativas. Nesta perspectiva, criatividade – tanto de indivíduos quanto de equipes – é um ponto de partida para a inovação, sendo que a primeira é condição necessária, mas não suficiente para a segunda (AMABILE et Al., 1996). A inovação e a criatividade enfrentam empecilhos significativos para se desenvolver no currículo atual do curso, pois o mesmo é orientado principalmente para a análise e não para a síntese, não sendo capaz – o currículo – de desenvolver competências como as que já foram colocadas como fundamentais para o perfil do engenheiro civil. Pelo contrário: há um investimento significativo de tempo com esforços de aprendizado de conteúdos que não contribuirão para desenvolver devidamente o perfil inovador necessário aos novos engenheiros civis que o mercado demanda.

Como exemplo, é possível citar o caso singular do grupo de competências relacionadas com Desenho e Expressão Gráfica. No atual currículo do curso de Engenharia Civil da UFJF esse grupo conta com 15 créditos, sem que consiga dar conta das demandas profissionais atuais, nas quais o Desenho deixa de ser um fim pelo deslocamento do eixo da expressão gráfica para a modelagem (i.e., o BIM), num sentido amplo e como competência de caráter fundamental numa perspectiva holística do projeto de Engenharia Civil.

Além do anterior, entre as competências básicas da formação dos engenheiros há outros atributos que um currículo moderno deveria fornecer, entre os quais tem-se: habilidade para trabalho em equipes multidisciplinares, compreensão da responsabilidade profissional e ética, habilidade de comunicação efetiva, visão ampla para compreender o impacto das soluções de projeto num contexto de sustentabilidade, consciência da necessidade de aprendizagem contínua.

Trata-se de demandas que precisam ser equacionadas devidamente no currículo do curso a fim de cumprir com o que estabelece a normativa vigente no Art. 5º supracitado.

2.2 A visão prática na formação de Engenheiros Civis

A crescente complexidade do projeto no âmbito da Engenharia Civil envolve desafios inéditos para os novos profissionais de engenharia. O aumento na ordem de grandeza dos novos empreendimentos, além de novas preocupações requer uma visão diferente do aprendizado dos futuros engenheiros civis.

Recentemente a Engenharia Civil vem passando por uma transição de paradigma: as visões tradicionais de projeto vêm evoluindo para uma visão renovada, onde as novas tecnologias desempenham um papel central. O BIM constitui um novo espaço de trabalho, onde as competências exigidas são diferentes das entendidas tradicionalmente como a base da formação dos engenheiros civis.

O ensino dos futuros engenheiros civis não pode mais ter mais esse caráter enciclopédico tradicional. É preciso formar engenheiros em tempo razoável, dotando-os das competências fundamentais para o exercício da sua profissão, dentre as quais, a mais importante: a capacidade de auto aprendizado (NAP, 2005). Hoje em dia é cada vez mais difícil pensar um engenheiro recém-formado que esteja dotado de todas as competências tradicionalmente atribuídas ao perfil do engenheiro tradicional. Em virtude do caráter dinâmico do conhecimento, o profissional recém-formado deveria ter apenas as competências fundamentais, com uma visão prática da profissão e num contexto de formação continuada.

Os alunos entram na Faculdade de Engenharia motivados para aprender Engenharia, mas, na prática, se percebe uma falta de disciplinas de Engenharia nos primeiros períodos letivos, no qual predominam disciplinas das Ciências Básicas. No caso do curso de Engenharia Civil da UFJF, por exemplo, têm-se as disciplinas de Cálculo I, Algoritmos,



Química Fundamental, Laboratório de Ciências, sem que exista alguma disciplina que efetivamente introduza o aluno ao campo da Engenharia Civil, sendo que esse quadro começa a mudar apenas depois do 5º período, conforme pode ser verificado na atual grade curricular do curso. Há grandes chances de que seja este um dos fatores que poderiam explicar os altos índices de evasão já apontados...

Experiências noutros contextos (ESPARRAGOZA et Al., 2007) mostram que colocar tão logo quanto possível os alunos em contato com situações de projetos de engenharia têm um efeito altamente motivador. Por outro lado, em função da complexidade do campo profissional da engenharia civil, os novos engenheiros dificilmente irão trabalhar de modo individual. Desse modo, não precisarão ter um domínio de todas as competências necessárias de um engenheiro pleno; pelo contrário, precisarão ser capazes de trabalhar em equipes tecnicamente diferenciadas, onde a sinergia surgirá a partir da diversidade de perfis. Isto aponta para a necessidade de se desenvolver a competência do trabalho em equipe: gerenciamento, colaboração, negociação, liderança, gestão de conflitos.

Nesse sentido, percebe-se a falta de um terreno comum para desenvolver nos formandos as competências de gestão no seu sentido mais amplo, por conta da excessiva ênfase nos aspectos técnicos detalhados da profissão. De fato, disciplinas obrigatórias tais como Direito, Economia, Administração e Organização de Empresas, além de eletivas de Qualidade, todas elas se encontram no final do currículo, como “coroamento” da formação do engenheiro, sendo que tais competências poderiam ser desenvolvidas com mais antecedência para uma compreensão efetiva da gestão do projeto de engenharia, o que – em tese – deveria acontecer na disciplina de Programação e Controle de Obras, a qual tem como requisitos diretos apenas Projeto Arquitetônico, Materiais de Construção Civil e Construção de Edifícios.

3. O ENSINO DO BIM NO CURSO DE ENGENHARIA CIVIL NA UFJF

BIM constitui, na atualidade, um arcabouço conceitual e ferramental cujo potencial de transformação das práticas de projeto no setor da Arquitetura, Engenharia, Construção e Operação vem se abrindo rapidamente.

Para usar uma metáfora simples, a ponta do iceberg do BIM é constituída atualmente por ferramentas básicas de software para modelagem 3D, as quais, embora já mostrem grande potencial de inovação em relação com as ferramentas CAD, são apenas parte do universo BIM. Não se trata apenas de trocar um programa de CAD 2D por outro BIM 3D. O tema é ver como a riqueza de um modelo BIM faz com que as relações entre os *stakeholders* mudem, promovendo uma dimensão que não é habitual: a colaboração. Desse modo, além de propiciar o aprendizado de softwares para modelagem 3D, é necessário explorar a integração das disciplinas de projeto através dos diferentes esquemas de colaboração.

Diferentemente do CAD, o BIM promove uma aproximação ao pensamento projetual, fazendo um deslocamento da relação cognitiva com o objeto a ser projetado passando da representação tradicional (baseada essencialmente em desenhos 2D) para a modelagem mais rica e abrangente, numa síntese que obriga a pensar de maneira simultânea os diferentes aspectos do projeto. Portanto, muito mais do que um novo modelo de representação de informações, o BIM exige novas competências para lidar com a complexidade. O simples fato de integrar informações gráficas com informações de construção em etapas iniciais do ciclo de vida exige a derrubada do pensamento disciplinar, obrigando os futuros profissionais a desenvolver habilidades para lidar, minimamente com: a simultaneidade das diferentes



disciplinas do projeto, das condições materiais e de produção do projeto. Tudo isso vem facilitar a gestão e negociação dos conflitos entre as diversas abordagens disciplinares do projeto.

No curso de Engenharia Civil da UFJF o BIM vem sendo oferecido desde o segundo semestre de 2012, através da disciplina eletiva “Tópicos Especiais em Gerenciamento de Projetos II”, com dois créditos. Nela os alunos perfazem um caminho em duas vias, a primeira delas consiste num exercício de modelagem 3D e 4D no laboratório de Inovação Tecnológica do Departamento de Construção Civil (InovaTec-CCI), inaugurado no primeiro semestre de 2013. Os equipamentos do InovaTec-CCI foram adquiridos pela UFJF com especificações técnicas fornecidas por *softwarehouses* tais como Autodesk e Graphisoft, as quais oferecem licenças educacionais gratuitas de software BIM para a UFJF.

A outra via consiste num conjunto de discussões em torno de uma série de conceitos relacionados com o universo do BIM a partir de leituras selecionadas. No segundo semestre de 2013 foi realizado também um workshop com a presença de profissionais destacados no âmbito do BIM no Brasil. Na disciplina eletiva de Desenho Auxiliado por Computador também vêm sendo explorados os recursos de modelagem 3D e 4D no InovaTec-CCI.

Ambas experiências têm como objetivo disseminar os conceitos do BIM e o uso de software, a fim de formar, tão cedo quanto possível no âmbito do curso de Engenharia Civil da UFJF, uma massa crítica que permita criar consciência em torno da importância do BIM como um novo paradigma na Engenharia Civil, em concordância com SACKS e BARAK (2010). Eles recomendam que o BIM seja introduzido no currículo do curso de Engenharia Civil a partir dos seus fundamentos, de modo que os futuros profissionais estejam capacitados para se desempenhar numa indústria da construção na qual os modelos 3D já constituem o principal meio de expressão e comunicação no projeto; estes têm como elemento fundamental o modelo 3D (e não mais os modelos CAD 2D) como centro do processo de projeto e construção – o ciclo de vida da obra.

Os obstáculos enfrentados na oferta da disciplina são, em geral, condizentes com a experiência relatada por BARISON e TOLEDO (2011), tais como a exigência de disponibilidade de infraestrutura de laboratório com alta exigência de desempenho, além da visão disciplinar do currículo.

A experiência desenvolvida até o presente momento no curso de Engenharia Civil da UFJF tem despertado grande interesse nos alunos que frequentam a disciplina, principalmente porque através do exercício prático desenvolvido ao longo da disciplina conseguem vislumbrar um novo cenário, diferente do tradicional como aprendido no curso, e se sentem motivados a investir mais no aprendizado. Cabe ainda enfatizar que o conceito de BIM, ao focalizar no modelo numa perspectiva integrada, além da motivação, serve ao desenvolvimento da competência de criar, engenhar, projetar, a qual – como já fora mostrado – é pouco explorada no currículo atual do curso.

Em se tratando de uma experiência piloto, a expectativa é que numa próxima reforma curricular do curso, prevista para acontecer no médio prazo, possam ser definidos mecanismos mais adequados para a introdução do BIM no elenco de competências dos futuros engenheiros civis da UFJF.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As mudanças que estão acontecendo no âmbito da Engenharia Civil mostram o esgotamento dos modelos tradicionais de educação dos futuros profissionais e a necessidade



de se repensar o processo educacional numa visão não apenas operacional de apresentação de conteúdos (resolução de problemas), mas numa visão holística, na perspectiva do desenvolvimento de competências profissionais que deem conta apropriadamente das demandas atuais do campo profissional da Engenharia Civil. Isso envolve considerar formalmente os aspectos pedagógicos inerentes ao currículo do curso (tanto o processo de ensino-aprendizagem quanto sua avaliação), incorporando o papel que cabe às novas tecnologias da informação e da comunicação.

A realidade atual mostra que as abordagens tradicionais não são mais suficientes para atender às novas necessidades de gestão do currículo do curso. É necessária a definição de horizontes de planejamento considerando sua configuração nos níveis estratégico, operacional e tático, de modo que sua atualização possa ser pensada a partir de um modelo incremental, sem necessidade de mudanças drásticas.

Em termos operacionais e para o curto prazo (um semestre), seria possível pensar num rearranjo da grade curricular atual, a fim de torná-la mais lógica e orgânica. Uma mudança no período em que são oferecidas disciplinas tais como Direito Privado, Economia, e Administração e Organização de Empresas (atualmente nos semestres finais do curso) não traria qualquer prejuízo para a formação dos futuros engenheiros; pelo contrário, contribuiriam de modo significativo como requisitos em disciplinas finais tais como Programação e Controle de Obras.

No nível tático (num prazo médio de dois semestres), seria possível a identificação de grupos disciplinas que compõem competências, incluindo a identificação das suas interfaces internas e com outros grupos. Um caso emblemático é o grupo de conteúdos que atendem à competência de Expressão Gráfica. Trata-se de um conjunto de disciplinas cuja finalidade exige uma urgente reformulação em função da configuração do novo cenário da indústria da Construção Civil.

No longo prazo – três anos – seria possível uma revisão do currículo do curso num nível estratégico, com foco na sua dimensão política e normativa. Esta atividade passa pela construção de um consenso institucional em torno da necessidade de se trabalhar de modo articulado e colaborativo em prol da permanente atualização do curso.

Na dimensão gerencial, é essencial a formalização dos processos inerentes ao funcionamento do curso e os mecanismos de revisão, visando manter uma dinâmica de atualizações adaptativas a partir de uma definição de uma estratégia explícita e formal que possibilite a consecução dos objetivos e metas prescritos pela legislação.

5. REFERÊNCIAS / CITAÇÕES

AMABLE, T. M., CONTI, R., COON, H., LAZENBY, J. e HERRON, M.. **Assessing the Work Environment for Creativity**. *Academy of Management Journal* 39, no. 5 (October 1996): 1154-1184

ARAVENA R., J. A., BREGA, M. F., AGUILAR M., M. L., LINO, N. R. e AZEVEDO Jr., W. **Implementing Staff Management by Competencies: the experience of Daimler Chrysler of Brazil**. In: *Third LACCEI International Latin American and Caribbean Conference for Engineering and Technology: Advances in Engineering and Technology: A Global Perspective, 2005, Cartagena de Indias. Proceedings of the LACCEI 2005 Conference, 2005.*



ARAVENA-REYES, J. A., AGUILAR MOLINA, M. L. e AZEVEDO, W. **Una Propuesta de Educación para la Tecnología**. Disponível em: <http://www.laccei.org/LACCEI2006-PuertoRico/Papers%20-pdf/SOC017_Aravena.pdf> Acesso em: 30 abr. 2014.

BORGES, R.L. **Globalização requer novas competências do engenheiro** (entrevista). Disponível em <<http://www.cimentoitambe.com.br/globalizacao-requer-novas-competencias-do-engenheiro/>> Acesso em: 30 abr. 2014.

ESPARRAGOZA, I.E.; GUTIERREZ, D.; AGUILAR, M.L.; RODRIGUEZ, C.; MAURY, H.E.; PENAGOS, J.W.; OCAMPO, J.; ALVAREZ, D.; NAVARRO, S. **Building International Collaboration Experiences among LACCEI Institutions through Global Design Projects**. Latin American and Caribbean Journal of Engineering Education, v. 1, p. 20-26, 2007.

OLIVEIRA, V.F. **Uma proposta para melhoria do processo de ensino/aprendizagem nos cursos de Engenharia Civil**. Tese de D. Sc., COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2000.

OLIVEIRA, V.F. **Estudos mostram que cerca de 80% da evasão ocorre no primeiro ano** (Entrevista). Disponível em <<http://www1.folha.uol.com.br/educacao/2013/07/1314628-analise-estudos-mostram-que-cerca-de-80-da-evasao-ocorre-no-primeiro-ano.shtml>> Acesso em 30 abr. 2014.

PERRENOUD, P. **Construir as competências desde a escola**. Porto Alegre: Artes Médicas, 2000.

CNI, 2008. **Mercado de Trabalho para o Engenheiro e Tecnólogo no Brasil**. Disponível <<http://www.cni.org.br/portal/data/files/00/8A9015D0189E683801189E74A1DB132A/Pesquisa%20Inova%20Engenharia%202008.pdf>> Acesso em 30 abr. 2014.

CNE, 2002. **Resolução 11/2002. Diário Oficial da União, Brasília, 9 de abril de 2002. Seção 1, p. 32**. Disponível em <<http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/CES112002.pdf>> Acesso em 30 abr. 2014.

MEC, 2010, **Relatório de Reconhecimento do curso de Engenharia Civil da UFJF**. Disponível em <www.ufjf.br/seavi/files/2008/07/ENG_CIVIL.pdf> Acesso em 30 abr. 2014.

NAP, 2005. **National Academy of Sciences. Educating the Engineer of 2020: Adapting Engineering Education to the New Century**. Disponível em <<http://www.nap.edu/catalog/11338.html>> Acesso em 02/02/2013.

Guia de Profissões: Engenharia Civil. Disponível em <<http://noticias.terra.com.br/vestibular/interna/0,,OI3014133-EI11802,00-Engenharia+civil.html>> Acesso em 30 abr. 2014.

“Mais da metade dos estudantes abandona cursos de engenharia”. Disponível em <<http://www.portaldaindustria.com.br/cni/imprensa/2013/07/1,19276/mais-da-metade-dos-estudantes-abandona-cursos-de-engenharia.html>> Acesso em 30 abr. 2014.



EDUCATION IN CIVIL ENGINEERING: CHALLENGES FOR THE CURRICULUM IN UFJF

Abstract: *The current scenary of the Civil Engineering field involves a number of challenges due to the complexity of its projects. This paper addresses the need for a holistic approach in educating future engineers as a fundamental condition for achieving the quality and productivity needed to achieve competitiveness in a highly competitive and globalized context. The paper ends by presenting some considerations related to the curriculum of Civil Engineering course at the UFJF and some ideas for updating its structure.*

Keywords: *Civil Engineering, Engineering Education, Systemic Vision, New Information Technologies, BIM.*