



EXPERIÊNCIA DE ENSINO SEMI-PRESENCIAL NA ÁREA DE PROJETOS DE ENGENHARIA CIVIL E ARQUITETURA

Sheyla Mara Baptista Serra – sheylabs@ufscar.br

Universidade Federal de São Carlos, Departamento de Engenharia Civil
Rodovia Washington Luís, Km 235 – CEP 13.565-905 – São Carlos – SP

Regina Coeli Ruschel – regina@fec.unicamp.br

Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo

Av. Albert Einstein, 951 – Caixa Postal: 6021 – CEP 13083-852 – Campinas – SP

Max Lira Veras Xavier de Andrade – maxandrade@uol.com.br

Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo

Av. Albert Einstein, 951 – Caixa Postal: 6021 – CEP 13083-852 – Campinas – SP

Resumo: *O uso de Tecnologias de Comunicação e Informação (TIC) no ensino de engenharia tem apresentado uma diversidade de opções e de resultados que fazem o processo de aprendizagem ser mais dinâmico e flexível. São utilizados programas computacionais que facilitam a transmissão dos conhecimentos em sala de aula, que possibilitam o desenvolvimento de produtos e o uso de comunicações assíncronas e síncronas entre os agentes do processo de ensino-aprendizagem. Este artigo apresenta a experiência de uma disciplina de pós-graduação em Construção Civil compartilhada entre professores de três instituições de ensino superior do estado de São Paulo que utilizou diversas TIC. O assunto principal da disciplina também está relacionado com o uso de TIC direcionado ao desenvolvimento de projetos de engenharia civil e arquitetura. Foram utilizadas diferentes estratégias que procuraram desenvolver de forma gradativa nos estudantes o conhecimento compartilhado. O resultado da experiência foi altamente satisfatório, observada através de uma simulação do projeto proposto. A disciplina foi viabilizada pelo uso de equipamentos de informática comuns, de um programa de comunicação virtual e pela eficiente rede de comunicação em fibra ótica.*

Palavras-chave: *Ensino de Engenharia. Educação semi-presencial. Tecnologias de Informação e Comunicação.*

1 INTRODUÇÃO

O ensino de engenharia tem evoluído ao longo do tempo no sentido de absorção das orientações pedagógicas de ensino e aprendizagem e também no uso de novos objetos educacionais mediados pelo uso de Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC). Esta nova abordagem é principalmente necessária quando se considera o desenvolvimento de novos produtos e de projetos na engenharia. Além da diversidade



de programas existentes nesta área, os mesmos foram evoluindo ao longo do tempo, incorporando novas abordagens de concepção integrada entre os diferentes projetistas, que trazem recentes condicionantes para o processo de ensino.

No caso da engenharia civil, isto ganha um enfoque importante considerando que o desenvolvimento atual de projetos envolve uma diversidade de profissionais, cada um especializado em determinado subsistema do edifício, como arquitetura, estruturas, instalações hidráulico-sanitárias, instalações elétricas, telefônicas e lógica, entre outras. Para facilitar a comunicação e a troca de arquivos, existe a possibilidade de uso de ambientes compartilhados de projetos, como o uso de extranets. De acordo com Picoral, Solano (2003), a utilização de sistemas extranet de projetos significa um avanço significativo na área de transmissão de dados. Os problemas detectados podem ser facilmente contornados com treinamento e com investimento nos equipamentos de informática e de comunicação. Dessa forma, torna-se importante que conteúdos relacionados com estas novas práticas profissionais sejam tratados nas escolas de formação dos futuros egressos.

Dada a importância do uso de TIC, recentemente, no COBENGE 2008, foi realizada uma sessão dirigida com o tema: Objetos Educacionais em Engenharia (PRAVIA *et al.*, 2008) que abordou assuntos recentes como o desenvolvimento de material didático e de softwares, as experiências em laboratórios e o uso de modelos digitais interativos 2D e 3D, entre outros. Barison *et al.* (2008) apresentaram um estudo de caso voltado para o ensino de geometria e de estruturas para os alunos de Arquitetura e de Engenharia Civil da Universidade Estadual de Londrina (UEL). O estudo concluiu que o uso dos modelos 3D facilitou o aprendizado dos estudantes, tornando-o mais dinâmico e interessante. Depois que o estudante interagiu com os modelos 3D houve uma facilidade maior em compreender os modelos 2D que são mais usuais em engenharia.

Normalmente, na engenharia civil, o projeto ainda é desenvolvido em modelos 2D. Em alguns casos, como nos projetos de arquitetura, faz-se uso de modelos de 3D. Mas os mesmos costumam ser mais onerosos e demorados em sua confecção, apesar de terem resultados mais positivos. Santos; Ferreira (2008) verificaram em seu estudo de caso que 45% do tempo de confecção de um projeto de 2D é destinado ao desenho; sendo que no caso do projeto 3D, este percentual aumenta para 61%. Entretanto, há um decréscimo no tempo de conferência e correção dos projetos. No caso do modelo 2D, este percentual fica em 33%, caindo para 2% na modelagem 3D.

Recentemente, os projetos de engenharia civil tem evoluído para uma nova representação que é o uso de modelos 4D e até 5D. Diversos programas computacionais estão sendo desenvolvidos de forma a possibilitar este avanço no processo de projeto. Assim, este artigo procurará demonstrar uma experiência de ensino do uso dos modelos 3D considerando a passagem para o modelo 4D, como forma de visualização do processo de construção do edifício. Tal ensino pode ser considerado inovador na engenharia civil, principalmente considerando o uso da modalidade semi-presencial.



2 CONCEITUAÇÃO

2.1 CAD 4D

CAD 4D são ferramentas que associam ao modelo geométrico o fator tempo e permitem, ainda em projeto, a visualização da simulação da evolução da obra quando o fator tempo representar o cronograma planejado. O 4D Planner é uma ferramenta de visualização, simulação e comunicação que permite o acesso simultâneo a dados de projeto e cronograma. A ferramenta permite antecipar detectar problemas de interferências e fazer análises de cenário por meio da simulação gráfica (RUSCHEL, GUIMARÃES FILHO, 2008). Ferramentas 4D também viabilizam a integração no processo de projeto entre os agentes envolvidos no desenvolvimento de projeto e na gestão da obra.

Muitas escolas de engenharia ainda não inseriram este conteúdo em suas disciplinas. Esta situação é decorrente de que é um conceito relativamente novo de domínio de poucos especialistas ainda no Brasil. Assim, a experiência de compartilhar informações e experiências torna-se importante entre as escolas, principalmente no ensino de pós-graduação onde se procura discutir os avanços científicos e tecnológicos do setor.

2.2 Ambiente colaborativo

Segundo Nitzke e Carneiro (2001), pensando numa utilização inteligente das tecnologias de computação têm sido desenvolvidos os ambientes de ACAC – Ambientes de Aprendizagem Cooperativa Apoiada pelo Computador. Estes ambientes usufruem não só da armazenagem de informações, mas principalmente, da comunicação e interação entre pessoas a uma velocidade, eficiência e custo não alcançados pelos outros meios existentes, para promover a aprendizagem cooperativa. Os ambientes de ACAC têm sido mais empregados para suporte à educação a distância (EAD), mas a utilização para o ensino presencial também está prevista.

O uso destes ambientes introduz uma nova postura para a organização da disciplina, que precisa ser previamente estruturada com os materiais didáticos e com o uso diversificado dos recursos de TIC. O uso destes ambientes possibilita uma dinâmica para a disciplina, que passa a contar com um repositório de material didático e um posto de atendimento para as dúvidas e questionamentos.

2.3 As webconferências

De acordo com Mendes Filho *et al.* (2001), atualmente existe uma variedade de opções em termos educacionais que amplia-se rapidamente em função da presença de diferentes tecnologias, que são utilizadas não só como mídias auxiliares e facilitadoras, mas também como mediadoras e estruturadoras do processo de ensino-aprendizagem. O novo modelo de educação com o uso da tecnologia não tem a característica de extinguir o método tradicional de ensinar, com o professor presente e o conteúdo expositivo. A



intenção é proporcionar uma aprendizagem mais dinâmica e flexível, onde tanto o aluno quanto o professor tem a responsabilidade pelo nível de conhecimento disponível.

Cada vez mais os computadores e a internet têm apresentado novas formas sofisticadas de manipulação do material de ensino, permitindo o acesso compartilhado e em tempo real a uma grande quantidade de informações, podendo as comunicações serem no modo síncrono ou assíncrono. No modo assíncrono a interação entre instrutores e alunos não acontece em tempo real. Enquanto que o modo síncrono é um sistema baseado na comunicação direta entre professor e aluno, sendo este último modo o característico das web ou videoconferências.

O uso da tecnologia Web permite o compartilhamento de informações síncronas e também um processo educativo mais rápido e diversificado. As desvantagens principais ficam por conta dos investimentos necessários para a aquisição de equipamentos de comunicação eficientes. Entretanto, em algumas universidades este problema é reduzido, já que há conscientização por parte dos dirigentes da importância deste veículo de comunicação.

3 O RELATO DA EXPERIÊNCIA

A disciplina foi oferecida presencialmente pelos professores da UFSCar, com colaboração de um professor da EESC/USP e de dois professores da UNICAMP através de vídeos-conferências e do ambiente colaborativo. O objetivo da disciplina foi refletir sobre as principais aplicações de Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) na construção civil, através da construção coletiva de conhecimento e interação por meio de recursos computacionais entre participantes. Também se pretendia contribuir para difundir a potencialidade e uso atual de TIC em projetos de arquitetura, engenharia e construção, principalmente dos projetos em 4D. Esta atividade teve como precursoras as experiências de Ruschel e Fabrício (2008); Ruschel (2003) e Dubena e Serra (2008).

3.1 Das estratégias de ensino-aprendizagem

A disciplina foi oferecida em 2009 no nível de pós-graduação, contando com nove estudantes do Programa de Pós-graduação em Construção Civil da UFSCar. Foram utilizadas estratégias de ensino-aprendizagem diferenciadas, tais como:

- 1) a leitura de textos fundamentais da área de conhecimento com apresentação de equipes em seminário e debate em classe dos conceitos apresentados;
- 2) aulas presenciais, contando com os professores da UFSCar e da EESC/USP;
- 3) aulas virtuais, com o uso de sistema de webconferência, para as aulas dos professores da UNICAMP;
- 4) simulação de um projeto de engenharia com o uso de ferramenta de TIC.

A disciplina contou com o Ambiente *Moodle* como um repositório virtual dos textos apresentados e desenvolvidos na disciplina e para postagem de dúvidas (Figura 1) e utilizou o sistema de comunicação de conferência *online Skype* (Figura 2).

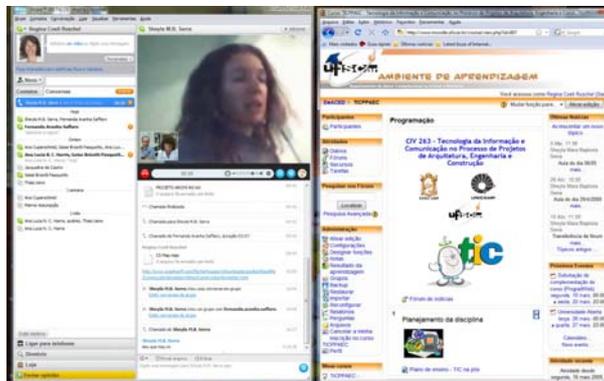


Figura 1 – Ambientes de comunicação e de colaboração da disciplina

Os textos das aulas eram compartilhados antes das apresentações. Assim, toda aula contava com um momento de preparação que podia também ser realizado extraclasse. Na Figura 2, pode-se verificar um momento de troca de arquivos e o tempo de duração da conexão, que foi superior a 50 minutos.



Figura 2 – Tela de comunicação onde se pode visualizar troca de arquivos

A seguir, serão descritas as fases de aprendizagem da disciplina.

3.2 Leitura de texto, apresentação de seminários dos estudantes e debates

Os temas discutidos na disciplina tratavam: TIC no processo de projetos, TIC na gestão dos canteiros de obras e na cadeia de suprimentos e TIC na qualificação de trabalhadores na construção civil. Foram disponibilizados no ambiente Moodle da disciplina artigos referência nestes temas, sendo estes ponto de partida para o desenvolvimento de estudos mais profundos apresentados em seminários. Estes estudos envolviam revisão bibliográfica e experimentação com aplicativos disponíveis gratuitamente. Os seminários semanais evoluíram para debates.



Foram formados grupos para leitura e apresentação dos textos básicos da disciplina. Cada grupo devia fazer sua apresentação local, com uso de *Power-point* e projetor multimídia. O arquivo da apresentação devia ser enviado via *Skype* para os pesquisadores da UNICAMP que acompanhavam a apresentação do estudante ao mesmo tempo em que verificavam os slides da apresentação, conforme Figura 3. Como a tela de apresentação do seminário do estudante também era verificada durante a apresentação, não havia necessidade de falar sobre a troca de slides que podia ser acompanhada diretamente pelos professores da UNICAMP.



Figura 3 – Acompanhamento da apresentação de trabalho do estudante e ao lado transparências utilizadas na sala de aula

Ao final das apresentações eram feitas argüições e esclarecimentos sobre os conteúdos apresentados; pois, os temas apresentados se caracterizaram como inovadores para os estudantes. Este momento também era realizado via *Skype*, conforme Figura 4.

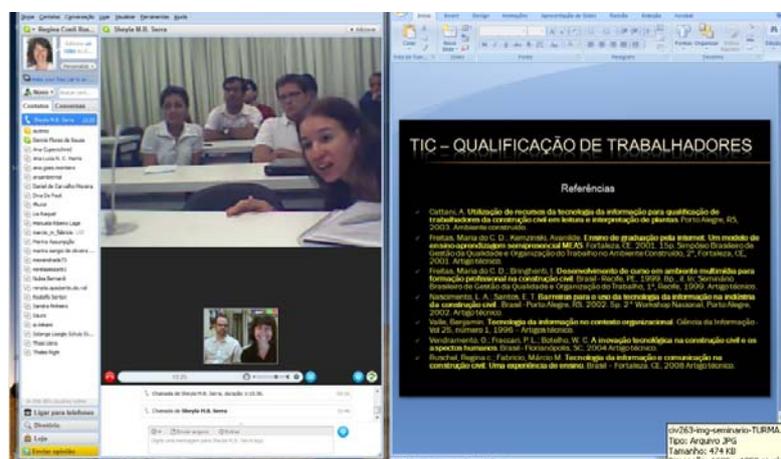


Figura 4 – Discussão sobre o tema “Qualificação de trabalhadores através de TIC”



3.3 Webconferências

Formam ministradas Webconferências quando os professores da Unicamp proferiram palestras sobre temas específicos (Figura 5). Foram realizadas cinco palestras sobre os seguintes temas: evolução do processo de projeto na construção civil, do CAD 2D ao *Building Information Modeling* (BIM); Modelagem Computacional e Técnicas de Modelagem; Colaboração de Modelos; Organização de Arquivos e Formação da Equipe de Trabalho. O sistema de comunicação escolhido foi o *Skype* que funcionou muito bem, considerando principalmente que as duas instituições possuem uma robusta rede de fibra de ótica. Os slides das apresentações também estavam disponíveis no ambiente *Moodle*, podendo ser acessado antes da aula, tanto pelos professores quanto pelos estudantes que podiam acompanhar em seus laptops.

Ao final das aulas, ou mesmo durante as mesmas, os professores e alunos da UFSCar e USP podiam também interagir com os professores da UNICAMP utilizando também de ferramentas como microfones e câmeras, conforme Figura 6.



Figura 5 – Visualização da aula dos pesquisadores da Unicamp



Figura 6 – Momento de interação e perguntas pelos participantes na UFSCar

3.4 Aulas presenciais

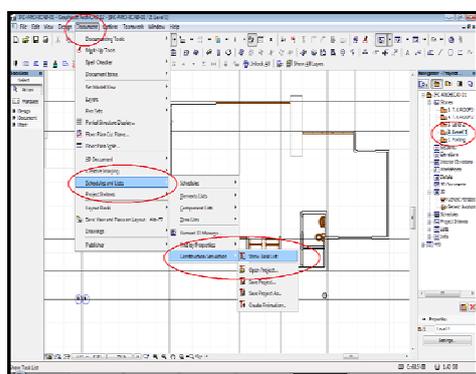
Também foi adotada a estratégia de aula presencial para conteúdos que podiam ser ministrados por professores da UFSCar e da EESC/USP. Os temas foram referentes à apresentação da disciplina, ao assunto “Gestão de projetos na construção civil” e discussão e implementação do projeto simulado.

3.5 Simulação do projeto de engenharia

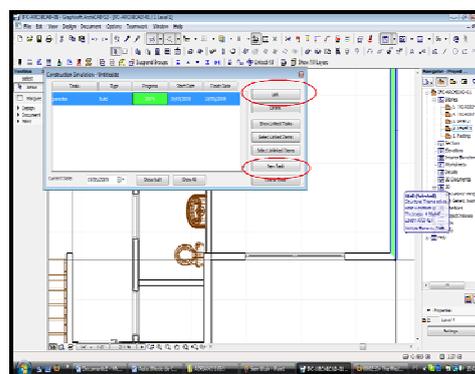
A experimentação de um projeto 4D foi o principal exercício desenvolvido na disciplina. Com base em um projeto desenvolvido em um programa de desenho 3D para o curso de Arquitetura da UNICAMP, foi inserido nesta disciplina o contexto do planejamento físico do empreendimento. Houve toda uma orientação técnica sobre



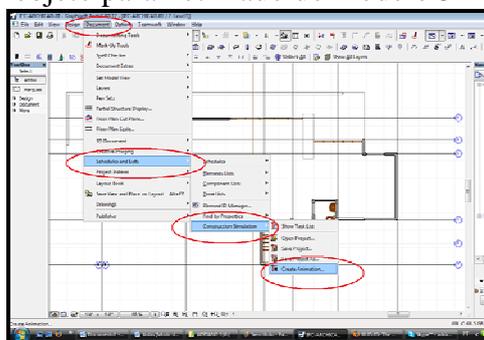
como instalar a versão acadêmica do software de projeto 3D bem como da instalação do *plug in Construction Simulation* que fazia a comunicação com o software de gerenciamentos de projetos. Foi utilizada a versão acadêmica do programa *ArchiCad*, disponível em www.graphisoft.com, em conjunto com o programa de gerenciamento de projetos *MS-Project*. Durante a realização do exercício, os estudantes desenvolveram um roteiro “passo-a-passo” para que pudessem reproduzir a simulação. A Figura 7 seguinte ilustra os passos de desenvolvimento da simulação do projeto 4D de engenharia.



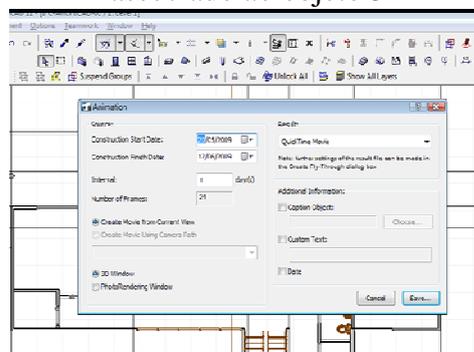
(a) Criação de uma atividade ligada a um objeto parametrizado do modelo 3D



(b) Definição do tempo de execução associado ao objeto 3D



(c) Criação da animação do projeto 4D



(d) Definição dos parâmetros de duração da animação 4D

Figura 7 – Etapas de desenvolvimento do projeto de engenharia em 4D

Ao final das apresentações dos trabalhos dos estudantes foi feito o registro da foto da equipe ao lado da animação do modelo 4D acompanhada pela tela dos professores da UNICAMP. A Figura 8 ilustra este momento.

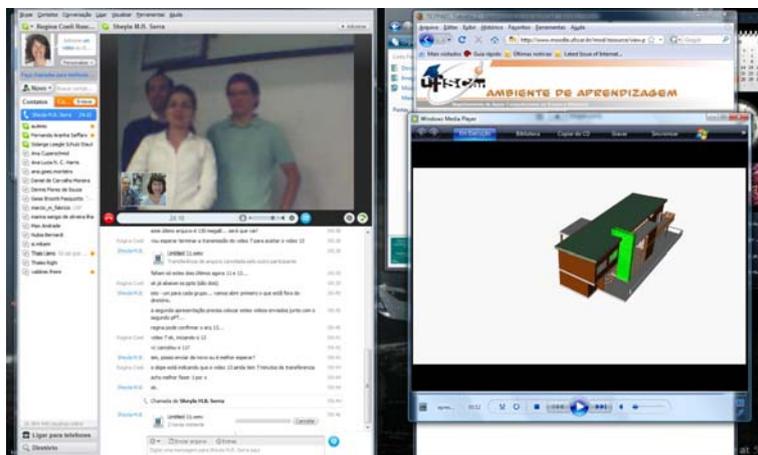


Figura 8 – Foto dos integrantes de uma equipe de estudantes que apresentou o modelo 4D do edifício mostrado ao lado.

Apesar de não ter sido feito um registro oficial de avaliação da disciplina, os estudantes e professores entenderam a experiência como positiva, pois além de utilizar uma moderna ferramenta de comunicação entre os programas de pós-graduação, serviu também para estudar um tema inovador na construção civil. Os professores da UNICAMP, especialistas no assunto da disciplina, compartilharam seus conhecimentos e incentivaram os pesquisadores de São Carlos a continuarem trabalhando com o tema de TIC na construção civil, devido principalmente ao potencial de desenvolvimento de pesquisas na área.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A experiência de compartilhamento da disciplina na pós-graduação entre diferentes escolas se mostrou uma estratégia importante para o avanço do conhecimento em setores que estão sujeitos aos avanços da tecnologia, como nas engenharias. O uso de ferramentas de TIC se mostrou eficaz e viável de ser utilizado, principalmente por romper as barreiras de distâncias entre as instituições. Não havia necessidade de deslocamento ou investimentos financeiros para que pudesse ser implementado o compartilhamento do conhecimento.

Cada vez mais as instituições de ensino superior estão procurando propiciar aos seus pesquisadores, o acesso a tecnologias que facilitem a formação de redes de pesquisa. Estas podem também ser utilizadas para o desenvolvimento de disciplinas na graduação e na pós-graduação. A criação de um ambiente compartilhado não se esgota com o encerramento de uma disciplina. O mesmo continua disponível para acesso, mesmo após o encerramento da disciplina para os professores e usuários cadastrados.

Pode-se afirmar que esta experiência trouxe conhecimento sobre a abordagem pedagógica compartilhada de disciplinas e o uso de recursos de educação semi-presencial entre diferentes instituições.



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARISON, M.B.; BALLAROTTI, C.; PEREIRA, R.C. Uso de modelos digitais interativos 2D e 3D no ensino de geometria e estruturas. p.212-221. In: ROCHA, A.A. et al. **Educação, Mercado e Desenvolvimento**: mais e melhores engenheiros. São Paulo: ABENGE, 2008.

DUBENA, M.Z.U.; SERRA, S.M.B. Ensino de desenho técnico na modalidade EaD: reflexões sobre sua implementação no curso de Engenharia Ambiental da UFSCAR/UAB. In: XXXVI Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia (COBENGE), 2008, São Paulo - SP. **Anais...** ABENGE, 2008. v. 1. p. 1-13.

GUIMARÃES FILHO, A.; RUSCHEL, R.C. Iniciando em CAD 4D. 2008, 8p. In: VIII Workshop Brasileiro Gestão do Processo de Projetos na Construção de Edifícios. São Paulo, 3 e 4 de novembro 2008. **Anais...** São Paulo: EPUSP, 2008.

MENDES FILHO, L.A.M. et al. Inovações tecnológicas no ensino: contribuições teóricas. In: XXIX Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia (COBENGE), 2001, Porto Alegre, RS. **Anais...** ABENGE, PUC-RS, 2001. 8p.

NITZKE, J.A.; CARNEIRO, M.L.F. Ambientes de aprendizagem cooperativa apoiados por computador para a educação em engenharia. In: XXIX Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia (COBENGE), 2001, Porto Alegre, RS. **Anais...** ABENGE, PUC-RS, 2001. 8p.

PICORAL, R.B.; SOLANO, R.S. O uso da extranet na coordenação de projetos: aplicação em estudo de caso. 4p. 2003. In: Workshop Brasileiro Gestão do Processo de Projeto na Construção de Edifícios. **Anais...** Belo Horizonte, UFMG.

PRAVIA, Z.M.C.; TORI, R.; BARISON, M.B. Objetos educacionais em Engenharia (OEE). p.176-182; p.241-246. In: ROCHA, A.A. et al. **Educação, Mercado e Desenvolvimento**: mais e melhores engenheiros. São Paulo: ABENGE, 2008.

RUSCHEL, R.; FABRICIO, M.M. Tecnologia da Informação e Comunicação na Construção Civil: uma experiência de ensino. 10p. In: XII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído (XII ENTAC). 2008, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza, UFC, 10p. Disponível em: <http://www.infohab.org.br>.

RUSCHEL, R.C. Ambientes de colaboração na construção civil: uma experiência de ensino. 2003, 10p. In: III Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção, III SIBRAGEC. **Anais...** São Carlos, UFSCar, 2003. Disponível em: <http://www.deciv.ufscar.br/sibragec/apresentacao/index.htm>. Acesso em junho de 2010.

SANTOS, E.T.; FERREIRA, R.C. Building design coordination: comparing 2D and 3D methods. 9p. In: CIB W78 International Conference on Information Technology in Construction. **Anais...** Santiago, Chile. 2008. Disponível em: <http://itc.scix.net/data/works/att/w78-2008-3-03.pdf>. Acesso em junho de 2010.