



EIXO TEMÁTICO:

- | | | |
|-----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Ambiente e Sustentabilidade | <input type="checkbox"/> Crítica, Documentação e Reflexão | <input type="checkbox"/> Espaço Público e Cidadania |
| <input type="checkbox"/> Habitação e Direito à Cidade | <input type="checkbox"/> Infraestrutura e Mobilidade | <input checked="" type="checkbox"/> Novos processos e novas tecnologias |
| <input type="checkbox"/> Patrimônio, Cultura e Identidade | | |

Ensino-aprendizagem de BIM nos cursos de graduação em Arquitetura e Engenharia Civil

*Teaching and learning of BIM in undergraduate courses in architecture and civil
engineering*

Enseñanza y aprendizaje de BIM en cursos de pregrado en arquitectura e ingeniería civil

CHECCUCCI, Érica de Sousa (1)

(1) Professor Doutor, Universidade Federal do Vale do São Francisco, UNIVASF, Juazeiro, BA, Brasil; email:
erica.checcucci@univasf.edu.br



Ensino-aprendizagem de BIM nos cursos de graduação em Arquitetura e Engenharia Civil

Teaching and learning of BIM in undergraduate courses in architecture and civil engineering

Enseñanza y aprendizaje de BIM en cursos de pregrado en arquitectura e ingeniería civil

RESUMO

BIM (*Building Information Modeling*) compreende um ambiente computacional complexo concebido para dar suporte, de forma integrada e colaborativa, a todas as fases do ciclo de vida da edificação. Perpassa diferentes áreas de conhecimento e demanda um planejamento cuidadoso para sua implantação nos cursos de graduação em Arquitetura, Engenharia Civil e áreas afins. Este artigo apresenta um método que foi desenvolvido durante o doutoramento da autora, para auxiliar na análise de componentes curriculares que são ofertados em cursos já existentes de graduação, de forma a identificar aqueles nos quais BIM pode ser discutido e trabalhado e auxiliar na inserção desta modelagem nestes cursos. Apresenta, ainda, a abordagem adotada no curso de graduação em Arquitetura e Urbanismo (noturno) da Faculdade de Arquitetura da UFBA, quando foi criado em 2008, para inserir esta modelagem na formação dos estudantes, e a experiência de ensino-aprendizagem de BIM vivenciada durante dois semestres neste curso. Verifica-se que existem diversos caminhos possíveis para se trabalhar BIM nos cursos de graduação, sejam eles cursos novos ou consolidados e que os processos de ensino-aprendizagem devem ser atualizados para dar conta dos desafios impostos por este novo paradigma.

PALAVRAS-CHAVE: Modelagem de informação da construção / *Building Information Modeling* (BIM), ensino-aprendizagem de BIM, arquitetura, engenharia civil

ABSTRACT

BIM (Building Information Modeling) comprehends a complex computing environment designed to support, in integrated and collaborative manner, all stages of the building's life cycle. BIM involves different areas of knowledge and demand careful planning for its implementation in undergraduate courses in Architecture, Civil Engineering and related fields. This paper discusses a method that was developed during the author's PhD, to assist in the analysis of curriculum components of existing undergraduate courses, in order to identify those in which BIM can be discussed and worked. It also presents the approach adopted in the undergraduate course in Architecture and Urbanism (evening course) of the School of Architecture at Federal University of Bahia, established in 2008, to include this modeling in students' education, discussing the experience of teaching-learning of BIM lived for two semesters in this course. It appears that there are several possible ways to work with BIM in these courses, either if they are new or already established and that the processes of teaching and learning should be updated to account for the challenges of this new paradigm.

KEY-WORDS: *Building Information Modeling (BIM), teaching-learning BIM, architecture, civil engineering*

RESUMEN

BIM (Building Information Modeling) comprende un entorno informático complejo diseñado para apoyar, de manera integrada y colaborativa, a todas las etapas del ciclo de vida del edificio. Relaciona diferentes áreas del conocimiento y demanda una cuidadosa planificación para su implantación en los cursos de licenciatura en Arquitectura, Ingeniería Civil y campos relacionados. Este trabajo describe un método que fue desarrollado durante la tesis doctoral del autor, para ayudar en el análisis de los componentes del plan de estudios que se implementan en los cursos de pregrado existentes, con el fin de identificar a aquellos en los que BIM puede ser discutido y trabajado y ayudar en la inserción de este modelado en estos cursos. También se presenta el enfoque adoptado en el curso de Arquitectura y Urbanismo (curso



nocturno) de la Universidad Federal de Bahía, establecido en 2008, para incluir BIM en la educación de los estudiantes y la experiencia de enseñanza-aprendizaje de BIM vivida durante dos semestres de este curso. Hay muchas maneras posibles de trabajar con BIM en cursos de grado, ya sean cursos nuevos o consolidados, pero los procesos de enseñanza y aprendizaje deben actualizarse para tener en cuenta los desafíos de este nuevo paradigma.

PALABRAS-CLAVE: *Building Information Modeling (BIM), enseñanza-aprendizaje de BIM, arquitectura, ingeniería civil*

1 INTRODUÇÃO

BIM (*Building Information Modeling*) representa o estado da arte das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) aplicadas ao setor da Construção Civil e compreende um ambiente computacional complexo concebido para dar suporte, de forma integrada e colaborativa, a todas as fases do ciclo de vida da edificação. BIM pode ser categorizado de três formas diferentes:

- a) como um produto (o modelo BIM), ou uma representação digital de dados sobre determinada edificação, sendo o acrônimo de *Building Information Model*;
- b) como um processo colaborativo e integrado (modelagem BIM ou *Building Information Modelling*); e,
- c) como o gerenciamento da informação da construção ou *Building Information Management*, que trata da organização e do controle do processo empresarial relacionado com a edificação através do uso das informações existentes no modelo digital.

No Brasil, a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) traduziu BIM como a Modelagem da Informação da Construção. Esta modelagem representa um novo paradigma no setor da Construção Civil, e envolve uma grande quantidade de conceitos, processos e tecnologias diversas, *hardware* e *software* sofisticados e um conjunto de questões ainda em aberto. Devido a sua amplitude e complexidade, BIM perpassa diferentes disciplinas e demanda um planejamento cuidadoso para sua implantação nos cursos de graduação em Arquitetura, Engenharia Civil e áreas afins. Este planejamento deve considerar o contexto específico de cada instituição de ensino e definir os métodos de ensino-aprendizagem que serão adotados, como o currículo será organizado para tratar do tema, que atividades e avaliações serão propostas, dentre outros questões que são apresentadas na seção 2 deste trabalho.

Na continuação, o artigo trata da inserção de BIM em cursos já existentes e consolidados, apresentando um método desenvolvido para analisar os componentes curriculares que são ofertados regularmente nestes cursos e verificar sua interface com o paradigma (seção 3). Discute, também, a abordagem utilizada na criação do curso de graduação em Arquitetura e Urbanismo (noturno) da Faculdade de Arquitetura da UFBA, iniciado em 2008, relatando a experiência de ensino-aprendizagem vivenciada por dois semestres neste curso (seção 4).

Evidencia-se que existem diversas formas de tratar de BIM nos cursos de graduação relacionados com o setor da Construção Civil, sejam eles novos ou já consolidados. No entanto, a adoção deste paradigma demanda alterações nos processos de trabalho (de projeto, construção, gerenciamento, etc.) e também nos processos de ensino-aprendizagem.

2 ENSINO-APRENDIZAGEM DO PARADIGMA BIM

A adoção de BIM no ensino varia de universidade para universidade, tanto no Brasil como no exterior, e não existe consenso sobre como isto pode ser feito ou qual o melhor momento da formação do estudante para se trabalhar com BIM. No exterior, podem ser identificadas duas formas mais experimentadas: inserção de BIM através da criação de disciplinas específicas sobre o tema ou sua adoção em diversas disciplinas já existentes (REBOLJ; MENZEL; DINEVSKI, 2008; SACKS; BARACK, 2010; BARISON E SANTOS, 2010; 2010b; 2011; 2011b; WONG; WONG; NADEEM, 2011; BECERIK-GERBER; GERBER; KU, 2011). No Brasil, relatos de experiência mostram que houve evolução nas discussões sobre o tema, nas universidades, mas a adoção do BIM nos cursos de graduação ainda é introdutória e vem acontecendo de forma pontual em apenas algumas disciplinas dos cursos (VINCENT, 2004; 2006; ANDRADE, 2007; FLORIO, 2007; RUSCHEL; GUIMARÃES FILHO, 2008; RUSCHEL et al., 2011; MENEZES et al., 2012; RUSCHEL; ANDRADE; MORAIS, 2013; ROMCY; CARDOSO; MIRANDA, 2013).

Dentre as principais dificuldades para a implantação de BIM no ensino, podem ser citadas: a complexidade da modelagem; a necessidade de infraestrutura, máquinas e programas atualizados; necessidade de docentes que compreendam o paradigma na sua forma mais ampla (não apenas como um programa ou um modelo); necessidade de integração de conteúdos, promovendo uma formação abrangente e significativa, dentre outras.

Para inserir BIM em um curso de graduação, diversas decisões devem ser tomadas (CHECCUCCI, 2014):

- 1) Inicialmente, devem ser analisadas as possíveis dificuldades que o curso pode ter para trabalhar com a modelagem, como a falta de professores, laboratórios, bibliografias de referência, espaço na matriz curricular, etc.
- 2) Deve ser definido qual o nível de formação o curso deseja fomentar e promover - desde uma formação básica e introdutória sobre o tema até o aprofundamento em uma ou mais áreas que tenham interface com o BIM. Em consonância com a formação que se deseja, devem ser pensadas as competências que os alunos devem desenvolver - conhecimentos, habilidades e atitudes a serem trabalhados no curso.
- 3) A estratégia de organização do currículo é outra questão que deve ser avaliada: se BIM será discutido de forma integrada a diversos componentes curriculares ao longo da formação do estudante, ou se serão criadas disciplinas específicas sobre o tema.
- 4) O método de ensino-aprendizagem a ser utilizado no curso também deve ser definido. Métodos de aprendizagem ativa, que lidam com o desenvolvimento de competências, além da construção de conhecimentos e estimulam a autonomia do estudante mostram-se mais adequados para se trabalhar com o tema. No entanto, se adotados estes métodos, provavelmente deverão ser previstos cursos de formação de docentes. Se adotados métodos tradicionais de ensino, devem ser discutidas estratégias para desenvolver as competências necessárias para a formação do profissional com formação em BIM.
- 5) As atividades que serão propostas aos estudantes, assim como os critérios para avaliação da inserção de BIM no curso são outras questões que devem ser analisadas.

É importante que cada instituição realize um planejamento prévio para a adoção do BIM, considerando seu contexto específico e que deve contemplar, além dos fatores já citados, a

necessidade e capacidade de investimento, as etapas a serem seguidas na implantação, o tempo a ser dedicado para definição de novos métodos de trabalho, e o desenvolvimento de recursos didáticos, dentre outros (CHECCUCCI, 2014, p. 206).

Cursos que têm entre seus objetivos inserir BIM nos processos de ensino-aprendizagem devem também promover um alto grau de integração entre disciplinas, além de estimular a colaboração entre os docentes. Para isto é importante prever reuniões de coordenação e planejamento, além de horários comuns para que os professores possam trabalhar em componentes curriculares multidisciplinares.

Em cursos já existentes de graduação em Arquitetura ou em Engenharia Civil, não é simples reestruturar o currículo, de forma a inserir um tema tão complexo e abrangente como o BIM. A criação de disciplinas novas sobre o tema poderá aumentar o tempo de formação do estudante, aumentando a carga horária de alunos e professores e dificultando também a integração do conhecimento adquirido nestes componentes curriculares aos trabalhados em outras disciplinas.

Defende-se que a estratégia de adoção integrada do BIM em diversos componentes curriculares é mais vantajosa, pois se mostra mais abrangente e possibilita uma formação mais consistente, já que o tema pode ser trabalhado com diferentes professores, abordando um maior número de questões que envolvem o paradigma, em diversos momentos da formação do aluno. Permite que os estudantes estudem a modelagem dentro de contextos específicos de cada disciplina e discutam o tema com professores especialistas nas diferentes áreas de conhecimento. “Como dizem Sacks e Pikas (2013), nenhum professor sozinho será capaz de encaminhar o conjunto de aspectos referentes ao BIM porque eles englobam todo o ciclo de vida da edificação” (CHECCUCCI, 2014, p. 125). O método de adoção integrada da modelagem no currículo se alinha também com o pensamento de alguns autores, como Rebolj, Menzel e Dinevski (2008), Sacks e Barak (2010) e Wong, Wong e Nadeem (2011).

Para auxiliar nesta adoção do BIM em diversos componentes curriculares que já existem em um curso, foi desenvolvido um método de análise dos componentes curriculares ofertados, de forma a mapear aqueles que têm interface com o tema. A próxima seção apresenta e discute este método.

3 MÉTODO DE ANÁLISE DE COMPONENTES CURRICULARES – INTERFACES COM BIM¹

O método desenvolvido busca identificar os componentes curriculares de um curso nos quais o paradigma BIM pode ser discutido e trabalhado, através da análise da ementa de cada componente curricular da matriz segundo 4 categorias:

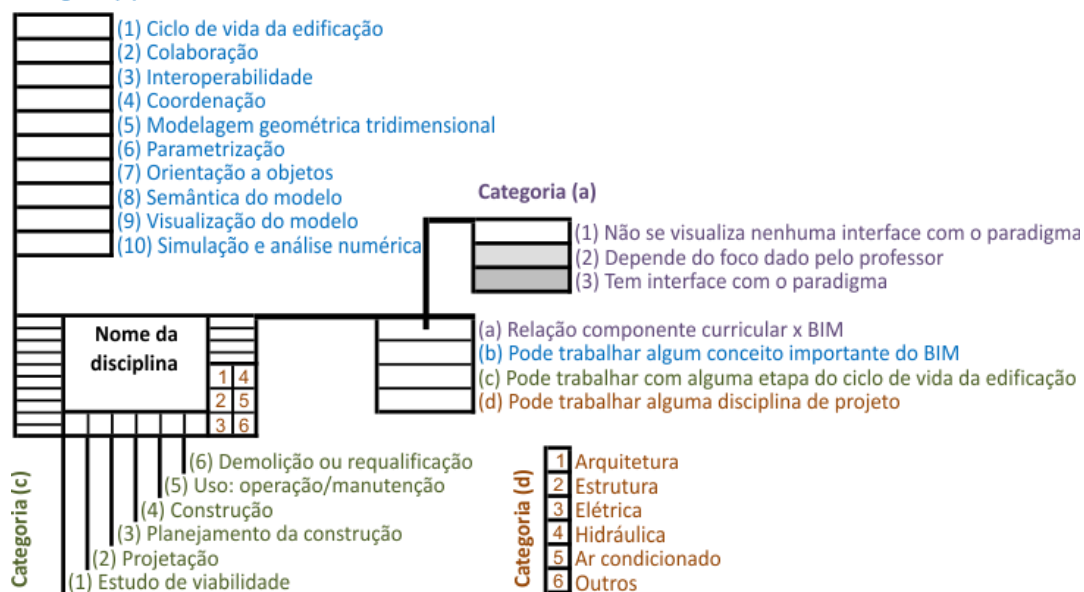
- a) A primeira categoria analisa a relação entre o componente curricular e o paradigma BIM, identificando se existe uma interface clara com o tema; se pode existir alguma interface, a depender do foco que o professor dê à disciplina; ou se não se visualiza nenhuma interface com BIM;
- b) A segunda categoria analisa que conteúdos da modelagem podem ser trabalhados na disciplina, dentre eles: colaboração; interoperabilidade; coordenação; modelagem

¹ O método proposto foi originalmente apresentado no III Simpósio Brasileiro de Qualidade do Projeto no Ambiente Construído e VI Encontro de Tecnologia de Informação e Comunicação na Construção (SBPQ/TIC) (CHECCUCCI, E. S.; AMORIM, A. L., 2013).

- geométrica tridimensional; parametrização; orientação a objetos; ciclo de vida da edificação; semântica do modelo; visualização; e simulação;
- c) A terceira categoria analisa que etapas do ciclo de vida da edificação podem ser discutidas: estudo de viabilidade; projeto; planejamento da construção; construção; uso e manutenção; e demolição ou requalificação; e,
 - d) A última categoria se aprofunda na etapa de projeto da edificação, avaliando que disciplinas de projetos podem ser trabalhadas no componente curricular: arquitetura; elétrica; hidráulica; estrutura; ar condicionado; outras disciplinas.

Cada componente curricular deve ter sua ementa verificada e os resultados da análise devem ser registrados em caixas individuais, por disciplina, segundo o modelo de representação do conhecimento indicado na Figura 1.

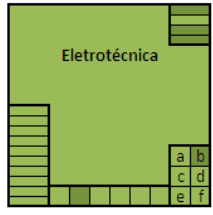

Figura 01: Sistema de representação utilizado para registrar as análises realizadas em relação à adoção do BIM no currículo.
Categoria (b)



Como mostra a Figura 1, no canto superior direito das caixas são registrados os resultados da análise das quatro categorias (a, b, c, d). Para representar as opções possíveis na categoria (a) foi criada uma graduação de três cores, indo do branco (não se visualiza nenhuma interface) a um tom mais escuro da cor (tem grande interface com o paradigma). Os desdobramentos das outras categorias são assinalados na periferia da caixa, ao redor do nome da disciplina: que conteúdos da modelagem podem ser trabalhados, que etapas do ciclo de vida da edificação e que disciplinas de projeto que podem ser estudadas.

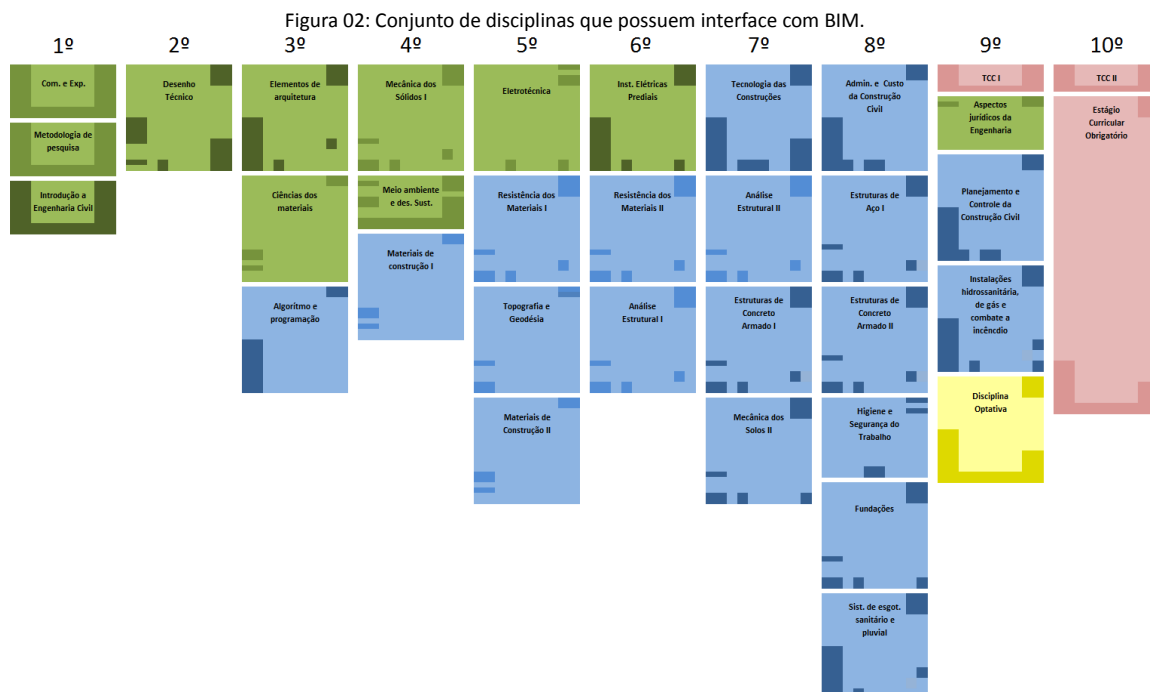
Este método foi utilizado para analisar todos os componentes curriculares do curso de graduação em Engenharia Civil da UNIVASF. O Quadro 1 exemplifica a análise efetuada em duas disciplinas do curso: a primeira pertence ao núcleo de disciplinas básicas (eletrotécnica) e a segunda ao núcleo profissional essencial (Planejamento e Controle da Construção Civil).

Quadro 01: Análise de duas disciplinas do curso de graduação em Engenharia Civil da UNIVASF.

	<p>Ementa: Definições e parâmetros de circuitos. Análise de circuitos. Energia e potência. Circuitos polifásicos. Medições dos principais parâmetros elétricos. Circuitos magnéticos.</p> <p>Análise: A depender do foco dado pelo professor pode existir uma relação entre a disciplina e o BIM. Podem ser discutidas questões relativas ao projeto elétrico da edificação e a sua modelagem BIM.</p> <p>Representação: Cor verde claro (núcleo básico / categoria a, opção 2). São preenchidos os espaços relativos à categoria (a); à categoria (c) – é possível discutir uma etapa do ciclo de vida da edificação – projeto; e à categoria (d) – projeto elétrico.</p>
	<p>Ementa: Certificação e controle de qualidade. Noções de planejamento. Metodologia de planejamento de um empreendimento. Planejamento da construção em PERT-CPM. Cronograma físico. Cronograma físico-financeiro.</p> <p>Análise: Existe relação com a modelagem. Podem ser discutidos todos os conceitos identificados na categoria (b) e três fases do ciclo de vida da edificação: o estudo de viabilidade, o planejamento da construção e a construção.</p> <p>Representação: Cor azul escura (núcleo profissional essencial / categoria a, opção 3). São preenchidos os espaços relativos à categoria (a); a categoria (b) – todos os conceitos; e a categoria (d) com as fases do ciclo de vida identificadas.</p>

Fonte: adaptado de Checcucci, 2014, p. 152.

A Figura 2 destaca o conjunto de componentes curriculares do curso de graduação em Engenharia Civil da UNIVASF nos quais se identifica alguma interface com o paradigma BIM (categoria a, opções 2 e 3). Em verde foram representadas as disciplinas do núcleo básico, em azul as do núcleo profissional essencial, em amarelo as disciplinas do núcleo de conteúdos profissionais específicos e em rosa o núcleo de atividades. Na cor clara, aqueles componentes nos quais se identifica uma possível interface, a depender do foco dado pelo professor e na cor escura, os componentes com interface clara com o paradigma.



Fonte: Checcucci, 2014, p. 154.

Tendo realizada a análise em todos os componentes curriculares do curso, foi possível a realização de diversas constatações, dentre elas: BIM pode ser trabalhado com os estudantes ainda no início do curso; no núcleo profissional quase metade dos componentes curriculares apresentam uma clara interface com o tema e, não existe no currículo atual disciplinas que

tratam de forma explícita sobre as fases de uso (operação e manutenção) da edificação, nem com sua fase final, de demolição ou requalificação.

Utilizar este método na análise da matriz curricular de cursos de graduação relacionados ao setor da construção civil pode facilitar a identificação daqueles componentes com maior interface com BIM, auxiliando na adoção da modelagem e identificando a afinidade que o curso tem com o tema. Além de mapear momentos da formação do aluno e disciplinas nas quais esta modelagem pode ser discutida e trabalhada, este método permite que sejam identificadas lacunas e necessidades de criar componentes específicos para discutir determinadas questões relacionadas ao paradigma BIM.

Outra abordagem de adoção integrada do BIM foi proposta no curso de graduação em Arquitetura e Urbanismo (noturno) da Faculdade de Arquitetura da UFBA, criado em 2008. Favorecendo esta abordagem, estava o fato do curso ser novo, onde a cada ano iriam ser iniciadas novas disciplinas, até o seu pleno funcionamento. A seção a seguir discute a estratégia utilizada e a experiência de dois semestres de ensino-aprendizagem de BIM em um dos componentes curriculares deste curso.

4 INSERÇÃO DE BIM NA FAUFBA²

A estratégia adotada no curso noturno de graduação em arquitetura e urbanismo da FAUFBA foi trabalhar BIM de forma incremental, integrado às diversas disciplinas do curso, sempre que isto se justificasse e representasse ganhos de competência para os estudantes.

A abordagem proposta foi facilitada na FAUFBA tendo em vista que o curso de graduação era novo, cuja implantação total estava prevista para seis anos, e cuja matriz curricular e conteúdos já foram pensados com alto grau de integração. Para a contratação dos novos professores do curso foram estabelecidos perfis e competências baseados na multidisciplinaridade, integração e colaboração. Supunha-se que os novos docentes não seriam especialistas em BIM, até porque os poucos existentes no país não estariam disponíveis e por esta razão, a formação do docente em BIM deveria ser feita em um momento posterior. No entanto, o curso foi estruturado para "... ser ministrado em um contexto BIM, por uma equipe de novos e competentes professores aptos a enfrentarem o desafio estabelecido. Assim, a opção pelo uso das tecnologias seria apenas uma questão de tempo" (CHECCUCCI, PEREIRA; AMORIM, 2013, P. 3).

Uma decisão que facilitou a integração e colaboração foi a de determinar que cada professor, além das disciplinas específicas de sua área de atuação, iria compor uma equipe com mais outros dois docentes, com diferentes especializações, formando um grupo de 3 professores que seriam responsáveis por cada disciplina de projeto.

Estabelecidas as bases para colaboração e a multidisciplinaridade, a adoção do BIM no curso foi iniciada nas disciplinas associadas ao ensino de Desenho e Representação. Foram criados 4 componentes curriculares, cada um deles com 68 horas semestrais, trabalhados em diferentes períodos da formação do estudante e que vão agregando crescente complexidade na abordagem, tanto em relação aos objetos representados, quanto ao uso das tecnologias (CHECCUCCI, PEREIRA; AMORIM, 2013):

² Relato desta experiência foi publicado no 17^o Congresso da Sociedade Iberoamericana de Gráfica Digital (CHECCUCCI; PEREIRA; AMORIM, 2013).

- 1) A disciplina **ARQ A16 – Desenho de Observação** é do primeiro semestre e objetiva desenvolver a capacidade de expressão gráfica do estudante, através do uso de diferentes técnicas e materiais. Esta é a única do bloco que não trabalha com ferramentas computacionais, enfocando o desenho e outras formas de registro à mão livre.
- 2) A disciplina **ARQ A20 – Desenho Projetivo** é ministrada no segundo período do curso e aborda conteúdos de Geometria Descritiva e introdução ao Desenho Técnico e Arquitetônico. Não são utilizados recursos tradicionais de desenho – os trabalhos são desenvolvidos utilizando o *SketchUP*, numa abordagem bi e tridimensional.
- 3) Na disciplina **ARQ A25 – Informática e Desenho I**, do terceiro semestre, são introduzidos os primeiros conceitos sobre BIM e desenvolvidos conteúdos sobre CAD, tipos de ferramentas, aplicações, etc., em uma abordagem associada à Modelagem da Informação da Construção. É adotada a ferramenta *AutoCAD*, da Autodesk.
- 4) **ARQ A37 – Informática e Desenho II** é o quarto componente curricular, ofertado no sexto semestre do curso e trata especificamente de BIM e suas aplicações no projeto de arquitetura. Nele são discutidos os conceitos fundamentais do paradigma; a utilização de ferramentas CAD-BIM para concepção e representação de projetos de arquitetura e urbanismo em três dimensões; a visualização e geração de vistas, seções e perspectivas texturizadas e a produção da documentação do projeto para a construção, a partir do modelo geométrico. Para o desenvolvimento dos trabalhos de modelagem, é adotado o programa *Revit Architecture*, da Autodesk.

Através deste grupo de disciplinas dá-se a fase inicial de implantação de BIM no curso, onde são solidamente discutidas e trabalhadas as bases do paradigma. As diversas aplicações do BIM na arquitetura devem ser expandidas para as disciplinas de projeto, estruturas, instalações, planejamento de obras e construção, dentre outras.

Ainda não se atingiu o objetivo desejado de trabalhar com BIM em todas as disciplinas nas quais o paradigma pode ser adotado, no entanto o caminho está traçado. A tarefa que se impõe neste momento é a formação em BIM dos professores que ministram outras disciplinas, que não são do núcleo de Desenho e Representação, de forma que eles possam ir integrando BIM a outros conteúdos do curso.

Nesta graduação em Arquitetura e Urbanismo da FAUFBA (noturno), acompanhou-se a experiência de ensino-aprendizagem de BIM durante dois semestres na disciplina ARQ-A37 (2011.2 e 2012.2). Nela são trabalhados os principais conceitos que envolvem o paradigma, através de discussões em sala, leitura de artigos e fichamento de programas BIM direcionados a diversas áreas, como planejamento, projetos variados, orçamentação, estudos preliminares, etc.

São também realizados dois exercícios de modelagem: o primeiro é igual para todos os alunos e corresponde ao desenvolvimento do modelo de uma edificação à medida que os subsídios para tal são discutidos em sala. Este exercício serve de base para que os estudantes possam testar os principais comandos do programa e se familiarizar com a lógica do BIM.

O trabalho final é individual e cada estudante deve gerar toda a documentação de uma edificação por ele escolhida, segundo as normas de representação da ABNT, a partir do modelo desenvolvido. A edificação a ser modelada no trabalho final deve possuir um grau mediano de complexidade, considerando a sua forma, a existência de desníveis no terreno, o número de

pavimentos que possui, escadas, rampas, variedade de materiais e componentes construtivos, etc. Nesta atividade, inicialmente o aluno deve planejar a modelagem que irá realizar, analisando a necessidade de criar componentes da edificação (portas, paredes, janelas, etc.) e quais serão as suas especificações, por categorias. A partir desta análise, cada estudante cria um arquivo padrão (*template*) próprio, onde são definidos os nomes das famílias de objetos e seus parâmetros, unidades de medidas, eixos, formato das folhas de desenho, dentre outros.

Nos dois semestres observou-se resistência de alguns estudantes à quantidade de informação que deve ser inserida no modelo ainda nas fases iniciais do projeto, como por exemplo, a definição dos diferentes tipos de parede e suas especificações. No entanto, ao perceberem a importância da informação inserida e a partir do pleno entendimento do paradigma, de seus benefícios e de um maior domínio sobre a ferramenta, estes estudantes expressaram o desejo de continuar estudando BIM para aplicá-lo ao longo do curso e da carreira. Tudo isto contribuiu para a realização de trabalhos de qualidade, apresentados ao final dos semestres. As Figuras 3, 4 e 5 mostram algumas imagens extraídas dos modelos desenvolvidos nos trabalhos finais pelos alunos.

Figura 03: Imagens do trabalho final de Lucio Muniz.



Fonte: acervo da disciplina ARQ A37, 2012.

Figura 04: Imagem do trabalho final de Adonis Penalva.



Fonte: acervo da disciplina ARQ A37, 2012.

Figura 05: Imagem do trabalho final de Ana Carolina Sylos Moreno.



Fonte: acervo da disciplina ARQ A37, 2012.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

São várias as formas de inserir BIM nos processos de ensino-aprendizagem dos estudantes de graduação em Arquitetura, Engenharia Civil e áreas relacionadas com a construção civil, através de disciplinas obrigatórias, eletivas, cursos de extensão, dentre outros. Dentre as estratégias mais adotadas podem ser destacadas a inserção pontual, em uma ou mais disciplinas do currículo e a inserção integrada em diversos componentes curriculares e momentos da formação do aluno.

Esta segunda estratégia mostra-se mais abrangente e possibilita a formação mais consistente, já que o tema pode ser trabalhado com diferentes professores, abordando um maior número de questões que envolvem paradigma, em diversos momentos da formação do aluno. No entanto, demanda que diversos docentes conheçam o paradigma BIM na sua forma mais ampla, e que eles desenvolvam um trabalho integrado e em colaboração, de forma a evitar uma aprendizagem pouco significativa e fragmentada pelos estudantes.

Quando o curso já existe e está consolidado, uma análise das ementas das disciplinas que são regularmente ofertadas permite identificar a afinidade do curso com o BIM, facilitando sua adoção ao mapear os componentes curriculares que tem maior interface com o tema. Para auxiliar nesta tarefa, foi desenvolvido um método de análise em 4 categorias distintas, que foi resumidamente apresentado na seção 3.



Quando o curso é novo, é possível pensar o currículo de forma integrada desde o seu início, buscando mecanismos para a colaboração e multidisciplinaridade, como foi o caso do curso de Arquitetura e Urbanismo (noturno) da FAUFBA. Acredita-se que, em um primeiro momento, poucos são os professores com conhecimento aprofundado sobre BIM, no entanto esta formação deve ser atualizada, de forma a possibilitar o trabalho com esta modelagem nos cursos de graduação.

As experiências vivenciadas durante dois semestres neste curso mostraram que os estudantes conseguem construir uma base sólida de conhecimentos sobre o tema e desenvolver competências básicas para trabalhar com esta modelagem. Além disto, após a compreensão do paradigma BIM, mostram-se interessados em continuar a desenvolver seus trabalhos utilizando as ferramentas de modelagem e em aprofundar-se nesta matéria. É preciso, no entanto, que o curso continue a evoluir nesta adoção, utilizando BIM em outras disciplinas que tratam do ciclo de vida da edificação e que abordam questões relacionadas com o tema.

Por fim, é preciso que as instituições de ensino encarem os desafios impostos para a adoção desta modelagem, promovendo cursos atualizados e que discutam e utilizem as novas tecnologias aplicadas à Arquitetura e Engenharia Civil.

AGRADECIMENTOS

A autora registra seus agradecimentos à Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF) e a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB), pelo apoio ao projeto de doutorado e à Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP) pelo apoio ao projeto Tecnologias da Informação e Comunicação aplicadas à construção de Habitações de Interesse Social.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, M. L. V. X. Computação gráfica tridimensional e ensino de arquitetura: uma experiência pedagógica. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE ENGENHARIA GRÁFICA NAS ARTES E NO DESENHO, 7., 2007, Curitiba. **Anais...** Curitiba: UFPR, 2007. 1 CD-ROM.
- BARISON, M. B.; SANTOS, E. T. BIM teaching strategies: an overview of the current approaches. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMPUTING IN CIVIL AND BUILDING ENGINEERING, 2010b, Nottingham. **Proceedings...** Nottingham: Nottingham University Press, 2010. Disponível em: <<http://www.engineering.nottingham.ac.uk/iccbe/proceedings/pdf/pf289.pdf>>. Acesso em: 8 maio 2013.
- _____. Review and analysis of current strategies for planning a BIM curriculum. In: 27th INTERNATIONAL CONFERENCE, 2010b, Cairo. **Proceedings...** Cairo: Blacksburg, VA, Virginia Tech, 2010. p. 1-10. Disponível em: <<http://itc.scix.net/data/works/att/w78-2010-83.pdf>>. Acesso em: 8 maio 2013.
- _____. Tendências atuais para o ensino de BIM. In: ENCONTRO DE TECNOLOGIA DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO, 5., 2011b, Salvador, Brasil. **Anais...** Salvador: UFBA, 2011. 1 CD-ROM.
- _____. Ensino de BIM: tendências atuais no cenário internacional. **Gestão & Tecnologia de Projetos**. São Carlos, v. 6, n. 2, p. 67-80, dez. 2011b. Disponível em: <<http://www.iau.usp.br/posgrad/gestaodeprojetos/index.php/gestaodeprojetos/article/view/218/244>>. Acesso em: 13 maio 2013.
- BECERIK-GERBER, B.; GERBER, D. J.; KU, K. The pace of technological innovation in architecture, engineering, and construction education: integrating recent trends into the curricula. **Journal of Information Technology in Construction (ITcon)**, v. 16, p. 411-432, 2011. Disponível em: <<http://www.itcon.org/2011/24>>. Acesso em: 14 fev. 2013.



- CHECCUCCI, E. S. **Ensino-aprendizagem de BIM nos cursos de graduação em Engenharia Civil e o papel da Expressão Gráfica neste contexto.** 235 f. il. 2014. Tese (Doutorado em Difusão do Conhecimento) – Faculdade de Educação, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2014.
- CHECCUCCI, E. S.; AMORIM, A. L. Identificando interfaces entre BIM e a matriz curricular de cursos de engenharia civil. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE QUALIDADE DO PROJETO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 3.; ENCONTRO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO, 6., 2013, Campinas. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2013. 1 CD-ROM.
- CHECCUCCI, E. S.; PEREIRA, A. P. C.; AMORIM, A. L. Modelagem da Informação da Construção (BIM) no ensino de arquitetura. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE IBEROAMERICANA DE GRÁFICA DIGITAL, 17., 2013b, Valparaíso, Chile. **Anais...** Valparaíso: Universidad Técnica Federico Santa María, 2013. 1 CD-ROM.
- FLORIO, W. Contribuições do building information modeling no processo de projeto em arquitetura. In: ENCONTRO DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO CIVIL, 3., 2007, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2007. 1 CD-ROM.
- MENEZES, A. M.; VIANA, M. L. S.; PEREIRA JUNIOR, M. L.; PALHARES, S. R. Impacto da tecnologia BIM no ensino de projetos de edificações. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA, 40., 2012, Belém. **Anais...** Belém: ABENGE, 2012. 1 CD-ROM.
- REBOLJ, D.; MENZEL, K.; DINEVSKI, D. A virtual classroom for information technology in construction. **Computer Applications in Engineering Education.** v. 16, n. 2, p. 105-114, 2008. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/cae.20129/pdf>>. Acesso em: 18 fev. 2013.
- ROMCY, N. M. S.; CARDOSO, D. R.; MIRANDA, N. M. BIM e Ensino: experiência acadêmica realizada na Universidade Federal do Ceará. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE QUALIDADE DO PROJETO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 3.; ENCONTRO DE TECNOLOGIA DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO, 6., 2013, Campinas, Brasil. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2013. 1 CD-ROM.
- RUSCHEL, R. C.; GUIMARÃES FILHO, A. B. Iniciando em CAD 4D. In: WORKSHOP BRASILEIRO GESTÃO DO PROCESSO DE PROJETO NA CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS, 8., 2008, São Paulo. **Anais...** São Paulo: USP, 2008. 1 CD-ROM.
- RUSCHEL, R. C.; ANDRADE, M. L. V. X.; SALES, A. A.; MORAIS, M. O ensino de BIM: exemplos de implantação em cursos de engenharia e arquitetura. In: ENCONTRO DE TECNOLOGIA DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO, 5., 2011, Salvador, Brasil. **Anais...** Salvador: UFBA, 2011. 1 CD-ROM.
- RUSCHEL, R. C.; ANDRADE, M. L. V. X.; MORAIS, M. O ensino de BIM no Brasil: onde estamos? **Ambiente Construído.** Porto Alegre, v. 13, n. 2, p. 151-165, abr./jun. 2013. Disponível em: <<http://seer.ufrgs.br/index.php/ambienteconstruido/article/view/36881/25905>>. Acesso em: 20 mar. 2014.
- SACKS, R.; BARAK, R. Teaching building information modeling as an integral part of freshman year civil engineering education. **Journal of professional issues in engineering education and practice.** ASCE, v. 136, n. 1, p. 30-38, Jan. 2010. Disponível em: <<http://www.ascelibrary.org>>. Acesso em: 10 mar. 2013.
- SACKS, R.; PIKAS, E. Building Information Modeling education for construction engineering and management. I: industry requirements, state of the art, and gap analysis. **Journal of construction engineering and management.** ASCE, v. 139, n. 11, p. 1-11, 2013. Disponível em: <<http://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/%28ASCE%29CO.1943-7862.0000759>>. Acesso em: 20 mar. 2014.
- VINCENT, C. C. Projeto arquitetônico e computação gráfica: processos, métodos e ensino. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE IBEROAMERICANA DE GRÁFICA DIGITAL, 8., 2004, São Leopoldo. p. 89-90. Disponível em: <<http://followscience.com/content/525081/projeto-arquitetonico-e-computacao-grafica-processos-metodos-e-ensino>>. Acesso em: 13 set. 2013.
- _____. Ensino de projeto: digital ou manual? In: CONGRESSO DA SOCIEDADE IBEROAMERICANA DE GRÁFICA DIGITAL, 10., 2006, Santiago do Chile. **Anais...** Santiago do Chile: Universidad de Chile, 2006. 1 CD-ROM.
- WONG, K.; WONG, K.; NADEEM, A. Building information modeling for tertiary construction education in Hong Kong. **Journal of Information Technology in Construction (ITCon).** v. 16, p. 467-476, 2011. Disponível em: <<http://www.itcon.org/2011/27>>. Acesso em: 14 fev. 2013.