



XVI ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO

Desafios e Perspectivas da Internacionalização da Construção
São Paulo, 21 a 23 de Setembro de 2016

INTRODUÇÃO DO CONCEITO DE MODELAGEM DA INFORMAÇÃO DA CONSTRUÇÃO APOIADO NA ABORDAGEM PROJECT BASED LEARNING (PBL)¹

FERREIRA, Jacqueline Vergely Fraga (1); FERREIRA, Sérgio Leal (2)

(1) USP, e-mail: jacqueline.vergely.ferreira@usp.br; (2) USP, e-mail: sergio.leal@usp.br

RESUMO

Conscientes da importância que o computador representa hoje na vida do engenheiro e do elevado nível de sofisticação que os programas de auxílio à representação do projeto alcançaram, os professores de comunicação gráfica vêm implementando, sistematicamente, mudanças nos seus cursos. Inserido nesse contexto, o presente trabalho se propõe a estudar possibilidades de inclusão do conceito de Modelagem da Informação da Construção (Building Information Modeling – BIM) no currículo da graduação e apresentar a melhor forma, na visão dos autores, de introduzir esse conceito diante de uma conjuntura específica de um curso de Engenharia Civil, no qual modificações profundas na estrutura curricular são muito difíceis. Diante desse quadro, prioriza-se o que é possível implementar, em detrimento ao teoricamente ideal. Estuda-se também a associação entre os conceitos BIM e a abordagem do Aprendizado Baseado em Projetos (Project Based Learning - PBL). Como resultado desse trabalho, são apresentadas habilidades e conteúdos recomendados a um curso que inclua o BIM, um mapeamento do perfil do aluno antes de cursar as disciplinas propostas, para então expandir e detalhar quais habilidades e conteúdos espera-se que o estudante adquira ao final do oferecimento. Finalmente, apresenta-se uma Revisão Bibliográfica e relatos de experiências no mesmo contexto.

Palavras-chave: BIM. PBL. Graduação.

ABSTRACT

The consciousness of the importance of computer presence in engineering life, and of the high level of sophistication that design aid representation programs reached, teachers of communication graphics subjects are systematically implementing changes in their courses. In this context, this work proposes to examine the possibilities to include the Building Information Modeling (BIM) concept in the undergraduate curriculum and decide the best way to introduce this concept into a specific situation of Building Construction Course, in which deep changes in the curriculum are very difficult. Facing this situation, the options most applicable are preferred, rather than the theoretical ideal ones. BIM and Project Based Learning (PBL) relationship are also studied. Skills and content necessary to a course that includes BIM, a candidate profile mapping and a plan of how the student will acquire important skills, contents and attitudes are presented as a result of this work. Finally, a literature review and reports of provisional experiences on the same context are discussed.

Keywords: BIM. PBL. Undergraduate.

¹ FERREIRA, Jacqueline Vergely Fraga; FERREIRA, Sérgio Leal. Introdução do conceito de modelagem da informação da construção apoiado na abordagem project based learning (PBL). In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., 2016, São Paulo. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2016.

1 INTRODUÇÃO

Este artigo apresenta parte do desenvolvimento de um trabalho de iniciação científica que teve por objeto o estudo do processo de introdução do conceito de Modelagem da Informação da Construção (Building Information Modeling – BIM) na Graduação em Engenharia Civil. As observações necessárias para a realização do estudo foram divididas em alguns tópicos de análise relevante.

É importante que cada instituição busque inserir BIM nos seus processos de ensino-aprendizagem a partir do seu contexto particular, considerando questões como definição do nível de formação em BIM e método de ensino (CHECCUCCI; AMORIM, 2014).

A preocupação inicial, foi conseguir transmitir para os alunos o entendimento de BIM como um conceito e não meramente como uma ferramenta. Ao ingressarem no curso de engenharia civil, da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, os alunos cursam uma disciplina de representação gráfica que faz uso de um software como uma ferramenta de modelagem, sendo assim, seria necessário expandir, durante a nova disciplina proposta, essa ideia absorvida inicialmente. O objetivo seria que os estudantes relacionassem o software com BIM entendendo-o como uma ferramenta de modelagem 3D paramétrica que aplica um conceito amplo que atinge diversas áreas da construção civil e incorpora conceitos específicos desse setor.

Outro ponto considerado foi a própria natureza do conteúdo BIM. Ao pensar neste como um conjunto de processos, não pareceu viável transmitir o tema aos estudantes em aulas com o formato de ensino tradicional. O que se julgou mais correto foi a utilização da denominada Aprendizagem Baseada em Projeto (ABP), ou Project Based Learning (PBL), que permite uma aprendizagem participativa e multidisciplinar. Tal método de ensino envolve a análise e resolução de um projeto enquadrado por um problema real e permite que o aluno desenvolva um pensamento crítico, autogestão e uma reflexão, no final do curso, sobre a aprendizagem (BIE, 2016).

Após delimitar as hipóteses e traçar uma estratégia de ensino, apresentar-se-á uma matriz de habilidades e conteúdos necessários à um curso que inclua o BIM, a qual contará com um mapeamento do perfil do aluno ingressante, com um planejamento de ensino que relacione o conteúdo, habilidades e atitudes que o estudante deve atingir ao final do curso e um cronograma da nova disciplina. Por fim, será exposta uma revisão bibliográfica e o relato de experiências provisórias no mesmo contexto.

2 DISCUSSÃO DO FORMATO DA(S) DISCIPLINA(S)

No início do planejamento de inserção do conteúdo BIM na graduação, uma gama de possibilidades foi listada. O oferecimento dos conceitos de Modelagem da Informação da Construção por meio de um curso de extensão não obrigatório, como uma ou duas disciplinas específicas, ou

diluído nas disciplinas do curso, foram as potenciais rotas consideradas. Feita essa delimitação, iniciou-se uma análise dos aspectos envolvidos em cada formato de ensino, visando à escolha de um único método para a realização de um estudo aprofundado e que servisse como base para a formulação de uma proposta de introdução do conteúdo.

2.1 Disciplina como curso de extensão não obrigatório

O curso de extensão pareceu, em um primeiro momento, extremamente apropriado à estrutura da escola politécnica, pois seria uma forma de ensinar sem a obrigatoriedade de alterar a estrutura curricular. Ainda que com essa forma de oferecimento não seja possível exigir a participação de todos os estudantes, contrariando o objetivo do presente trabalho que é introduzir os conceitos BIM a todos os alunos do curso de Engenharia Civil, acredita-se que com uma divulgação apropriada poder-se-ia atingir quase a totalidade dos estudantes.

Apesar disso, indagações se instalaram na medida em que esse formato de curso era melhor analisado. A primeira questão que se discutiu esteve relacionada ao valor das aulas, uma vez que, provavelmente, a participação dos universitários seria menor caso houvesse custo.

O segundo questionamento centrou-se no conhecimento prévio que seria necessário para que o aluno pudesse acompanhar as aulas. Como os cursos de extensão, na maior parte das universidades brasileiras, são abertos à comunidade, a homogeneidade de conhecimento fica comprometida, uma vez que a inscrição nesses cursos está restrita ao interesse de cada participante, sem que haja exigência de pré-requisitos.

Diante dessas dúvidas, buscou-se nas experiências já realizadas no Brasil embasamento para uma melhor avaliação do contexto e dos resultados obtidos com essa estrutura de ensino. O curso "Revit – Usando a ferramenta de Building Information Modeling (BIM)", oferecido pela Escola de Extensão da Universidade Estadual de Campinas (Extecamp), embora não apresente os mesmos objetivos de uma potencial disciplina que este artigo analisa, se mostrou uma boa referência. A docente responsável pelo curso, Prof.^a Dra. Eloisa Dezen Kempter, respondeu, via e-mail, todas as questões que geravam inseguranças quanto a proposta do modelo de extensão universitária.

A docente esclareceu que o último oferecimento terminou no dia 04 de março de 2016 e acrescentou que a Extecamp é aberta à comunidade. Ou seja, qualquer pessoa, mesmo que não tenha vínculo com a Universidade, pode ser participante. O curso não é direcionado especificamente para arquitetos ou engenheiros, razão pela qual a única exigência para ingresso é a formação completa no Ensino Médio.

Após a coleta dessas informações, ficou o seguinte questionamento: por ser aberto à comunidade o curso apresentou um nível mais básico do que aquele que possuiria caso fosse elaborado para estudantes da graduação em Engenharia Civil? Quanto a essa indagação, a professora Eloísa

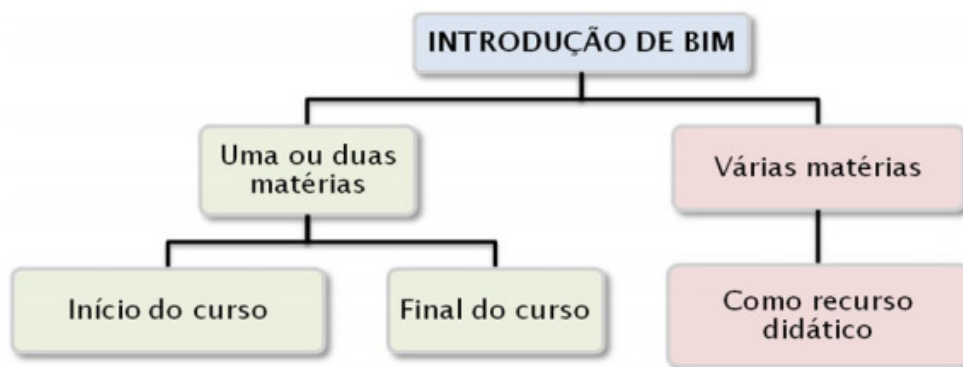
respondeu que, por se tratar de um curso muito específico, a procura é maior por parte dos profissionais do que por parte dos estudantes, gerando um patamar elevado de discussão. Nesse sentido, a docente explicou que a última turma foi frequentada por funcionários de uma importante construtora da cidade. Por fim, ela confirmou que o curso não é gratuito.

Ao considerar a opinião da especialista, conclui-se que o curso de extensão é extremamente interessante, na medida em que consegue aproximar as empresas do ambiente acadêmico, formando profissionais que preenchem necessidades do mercado. Por outro lado, ao se constituir em um curso paralelo à graduação e pago (fatores que restringem a participação total dos alunos) pode estar vinculado à uma formação que atende as exigências do mercado de trabalho em detrimento à formação acadêmica. Por esse motivo, a possibilidade de inclusão do ensino BIM, através de um curso de extensão, foi excluída.

2.2 Disciplinas obrigatórias

De acordo com Barison e Santos (2011), as escolas adotam basicamente duas abordagens: ensinar BIM em uma ou duas matérias ou utilizar BIM em várias matérias do currículo, conforme pode ser observado na Figura 1.

Figura 1 – Estratégias utilizadas para implementar BIM no currículo



Fonte: Barison e Santos (2011)

Como recurso didático, o modelo BIM é utilizado para ajudar o aluno a compreender os conteúdos de diversas disciplinas. A outra abordagem seria ensinar BIM em duas matérias (BARISON; SANTOS, 2011). Há algumas dificuldades claras relatadas por Checcucci e Amorim (2014) reacionadas ao ensino mais diluído de BIM nos cursos de engenharia e arquitetura.

Diante dessas duas opções, buscou-se respaldo na compreensão do que é BIM e no entendimento do contexto acadêmico no qual a Escola Politécnica, da Universidade de São Paulo, está inserida.

BIM envolve políticas, processos e tecnologias para gerenciar, em formato digital, o projeto, a construção e a operação em todo ciclo de vida do edifício (RUSCHEL; ANDRADE; MORAIS, 2013). A compreensão do que é BIM indica um conceito extremamente interdisciplinar ao relacionar políticas,

processos e tecnologias. Associando tal definição ao Artigo 3º da Resolução CNE/CES nº 11/2002, que institui as Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia (BRASIL, 2002), pode-se concluir que a Universidade deve formar profissionais capazes de apresentarem uma lógica multidisciplinar, à medida que a identificação e resolução de problemas considerando aspectos políticos, sociais e tecnológicos requer o uso de uma lógica abrangente que é exercitada no ambiente acadêmico. Sendo assim, a proposta mais apropriada seria a inclusão do BIM em várias matérias.

A proposta de inclusão de conceitos BIM diluídos em diversas disciplinas ao longo do curso de graduação implica em mudanças nas ementas e metodologias do currículo atual da Universidade, o que depende do esforço e comunicação intensa entre os departamentos do curso de Engenharia Civil. Nesse sentido, um levantamento realizado por Barison (2015) com professores de Engenharia Civil e de Arquitetura e Urbanismo demonstra que os docentes não acreditam que a Universidade de São Paulo está inserida em um ambiente no qual mudanças são realizadas com facilidade.

A maioria dos professores acredita que é totalmente verdadeiro que há dificuldades para integrar disciplinas já presentes na estrutura curricular e que há falta de 'espaço' para incluir novas matérias no currículo (BARISON, 2015). Diante desse quadro, a mobilização para incluir BIM em diferentes disciplinas do currículo existente demandaria um estudo mais detalhado e com duração maior do que o disponível para ser empregado no estudo do presente artigo. Sendo assim, será proposta a inclusão de duas novas disciplinas no currículo, com carácter introdutório. Essa solução não exclui a possibilidade de aplicar a proposta anterior (inclusão do conteúdo BIM diluído em várias disciplinas) que não poderia, entretanto, ser iniciada com a mesma celeridade. Assim, optou-se pela criação de duas novas disciplinas.

3 METODOLOGIA DAS DISCIPLINAS

O presente estudo surgiu com um interesse especial na associação entre ensino BIM e o Project-Based Learning (PBL) e alguns pontos são cruciais nessa combinação. De um lado, há um conceito sofisticado, de difícil compreensão para um aluno de graduação que nunca teve contato com o tema. Do outro lado, tem-se uma metodologia que propõe estimular e aumentar a participação do estudante, trazendo para o ambiente acadêmico problemas reais e incentivando a discussão sobre soluções que de fato podem ser aplicadas. São dois tópicos que fogem da forma tradicional de ensino e contribuem para a formação de engenheiros com visão e preparo que atendam às novas demandas sociais. Se estabelece assim uma nova perspectiva de ensino.

A representação gráfica é substituída pela representação e simulação numéricas, uma vez que a elaboração do modelo de edifícios no BIM requer que o aluno se coloque próximo aos processos da edificação (RUSCHEL; ANDRADE; MORAIS, 2013). Tem-se assim um aluno do qual é cobrada uma

visão multidisciplinar, ao impor análises referentes aos processos de projeto, do canteiro de obras e da operação e manutenção.

Com a inclusão do BIM em duas disciplinas específicas, espera-se que o aluno consiga sozinho fazer conexões entre todas as disciplinas que, apesar de estarem compartimentadas por questões didáticas, fazem parte do grande tema que é a Construção Civil e com o auxílio de ferramentas BIM consiga agrupar todos os segmentos durante a representação e simulação de um projeto. Dessa forma, pode-se dizer que se espera uma posição ativa do aluno na aprendizagem, o que é um dos fundamentos do Project-Based Learning (MASSON et al., 2012).

O aprendizado e o desenvolvimento pessoal do aluno são diretamente proporcionais ao seu envolvimento nos estudos. A efetividade de políticas institucionais depende do aumento do envolvimento do aluno (CAVALCANTE; EMBIRUÇU, 2013).

Recentemente, a estrutura curricular da Escola Politécnica da USP experimentou alterações pedagógicas. Ao analisar o Projeto Político Pedagógico fica claro que pretendeu-se permitir que o aluno tenha um contato maior com disciplinas relacionadas ao seu curso desde o primeiro ano, estimular a participação do estudante e adequar o perfil do diplomado às exigências profissionais do século XXI. Essa mudança abriu uma oportunidade para aplicar as propostas do presente artigo.

Uma nova disciplina, "Introdução ao Projeto de Engenharia", passou a ensinar ferramentas BIM, sendo uma complementação da disciplina "Introdução à Engenharia Civil e Ambiental". Ambas são ofertadas no primeiro ano do curso (BARISON, 2015).

4 HABILIDADES, ATITUDES E CONHECIMENTOS

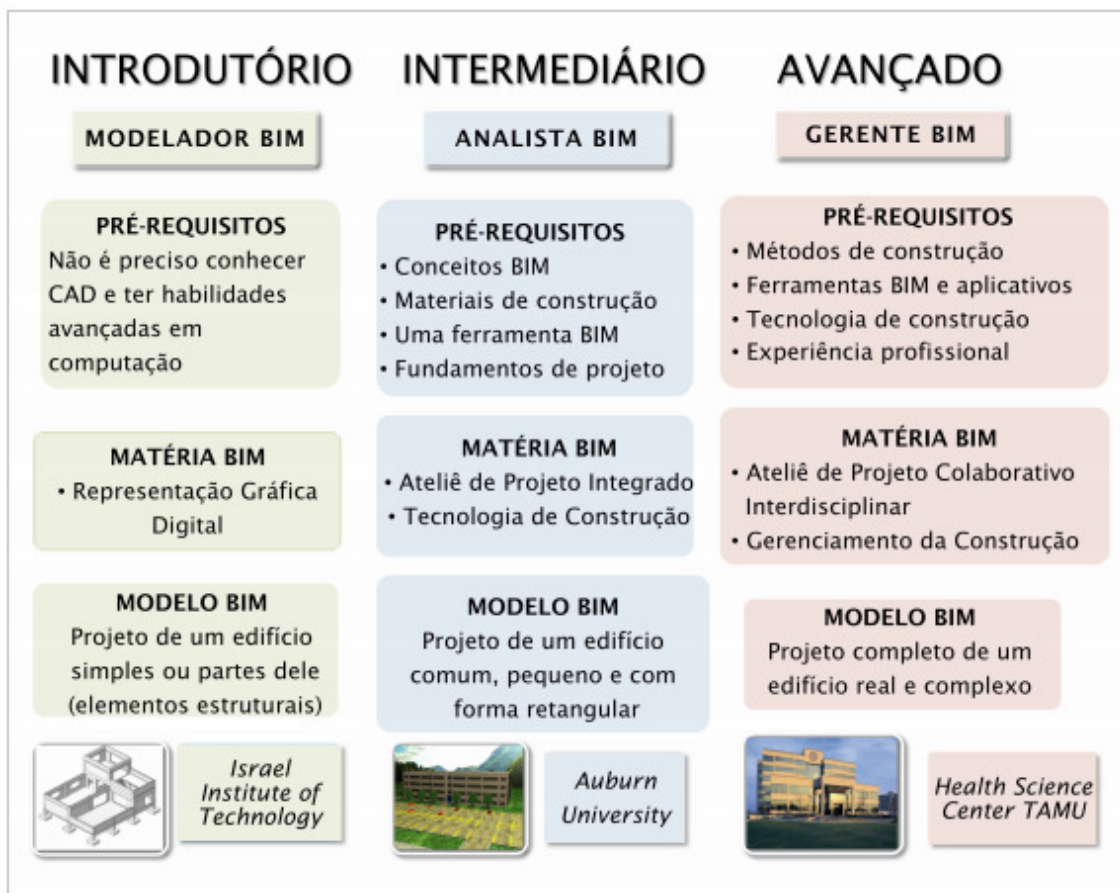
Apesar do nível de conhecimento específico dos alunos ser mais elevado nos anos finais da graduação, a intenção da maioria dos cursos é introduzir conteúdo BIM nos anos iniciais e em matérias específicas (BARISON; SANTOS, 2011).

As mudanças estruturais realizadas na Escola Politécnica da USP, possibilitaram a inclusão do BIM em uma disciplina ofertada no primeiro ano. Assim, a forma mais simples de aplicar parte da proposta desenvolvida no presente artigo é aproveitar essa oportunidade. Dessa forma, a primeira disciplina BIM será obrigatória e oferecida no segundo semestre do primeiro ano. Já para segunda disciplina, recomenda-se que o oferecimento seja entre o quarto e quinto ano da graduação.

Estratégias de ensino e aprendizagem serão propostas considerando o nível de competência em BIM. Essa classificação está relacionada ao nível de especialidade que o aluno deve possuir na prática profissional (RUSCHEL, 2013). Será delimitado o conteúdo BIM em cada uma das disciplinas a partir da escolha das habilidades e competências que se deseja que o aluno possua a cada período da graduação, de acordo com o proposto por

Barison e Santos (2011) para os níveis introdutório e intermediário. Esta proposta visa que o aluno alcance o segundo nível de proficiência em BIM.

Figura 2 – Níveis de proficiência em BIM



Fonte: Barison e Santos (2011)

Parece viável a tentativa de incluir um nível em cada oferecimento. Sendo assim, a primeira disciplina deve contemplar os tópicos introdutórios. Apesar de não apresentar pré-requisitos específicos, é importante que tracemos o perfil do aluno no início do curso para então expandir e detalhar quais habilidades e conteúdos espera-se que o estudante adquira ao final do oferecimento.

Os estudantes que iniciam seus estudos em “Introdução ao Projeto de Engenharia” apresentam um nível de conhecimento heterogêneo. Esses discentes são recém ingressantes que tiveram contato com uma única disciplina, introdutória, relacionada à Construção Civil. A eles foram apresentados: cálculo básico, início da álgebra linear e noções básicas de programação. Com certeza, após cursarem essas disciplinas os alunos estarão mais familiarizados com os métodos de avaliação da Universidade e com a dinâmica de estudos, porém, não se pode esperar que ao fim do primeiro semestre apresentem um avanço considerável nas técnicas e conhecimentos relacionados a projetos, já que essas disciplinas introdutórias não visam tal habilidade.

Além da trajetória do aluno no primeiro semestre, pode-se analisar o nível de conhecimento baseado no que a prova de ingresso na universidade cobrou do estudante: capacidade de leitura e interpretação de informações em linguagem matemática. É inegável a importância de saber caracterizar as diferentes formas geométricas e espaciais e boa capacidade de visão geométrico-espacial (FUVEST, 2015).

Supõe-se que a visão geométrico-espacial e a interpretação de informações matemáticas foram exercitadas pelo aluno e aferidas pelo vestibular. Apesar disso, não é possível inferir que o nível de conhecimento é homogêneo.

A segunda disciplina estará inserida em um contexto diferente. O estudante do 4º ou 5º ano já frequentou diversas disciplinas relacionadas à Construção Civil. Além disso, a Universidade impõe uma série de pré-requisitos que geram uma relação profunda entre os conteúdos finais e os demais oferecidos ao longo do curso. Nesse formato de organização, o aluno que deseja cursar uma disciplina que apresenta algum tipo de dependência em relação à uma ou mais disciplinas que a precede, deve ter, obrigatoriamente, alcançado uma média mínima nas anteriores. Assim, supõe-se que os estudantes que frequentarão o segundo oferecimento relacionado a BIM apresentarão um nível de conhecimento mais homogêneo. O conteúdo dessa segunda disciplina será detalhado adiante.

4.1 Disciplina inicial

O novo projeto político-pedagógico permitiu o oferecimento de uma disciplina com conteúdo BIM em 2015. Apesar disso, o presente artigo propõe a criação de uma nova disciplina que substituiria a já existente, mas com uma estrutura diferente. Com o oferecimento inicial deseja-se que o aluno alcance o nível introdutório, de Modelador BIM.

Seguindo a metodologia PBL, as aulas serão baseadas em um projeto real de uma habitação popular do programa 'Minha Casa Minha Vida'. O modelo já será fornecido pronto para os alunos, mas o docente apresentará um problema presente no projeto, sendo que esse pode ser de cunho social, físico, ambiental ou de custo e que gere a necessidade de alterações estruturais. Diante disso, será estimulada a reflexão e a discussão entre os alunos para traçar soluções. Com essa metodologia, deseja-se que o aluno aumente a sua taxa de participação nas aulas, elabore uma estrutura para traçar e testar as hipóteses de solução, e tenha sua visão social ampliada.

É difícil testar habilidades em modelagem da construção por meio de uma prova. Pode-se resolver este problema aplicando provas escritas sobre conceitos BIM e solicitando exercícios individuais e apresentação do trabalho desenvolvido (BARISON, 2015).

Na figura 3, apresenta-se um resumo do descrito relacionando os perfis iniciais e finais e as estratégias de ensino.

Figura 3 – Perfis inicial, final e estratégias da disciplina inicial

Perfil do aluno – Disciplina Inicial		
Perfil Inicial	Perfil Final	Como adquirir
Conhecimento heterogêneo	Modelador BIM	Metodologia PBL – Aprendizado baseado em Projeto
Familiarizados com métodos de avaliação e dinâmica de estudos	Conhecimento de algumas ferramentas BIM e básico de modelagem	Análise do Projeto real do programa 'Minha Casa Minha Vida'
Sem conhecimento sobre técnicas de projeto	Compreensão dos conceitos BIM	Apresentação do problema e discussão entre os alunos
Capacidade de leitura e interpretação de informações	Aumento da participação e ampliação da visão social	Reflexão individual e formulação de possíveis soluções
Boa capacidade de visão geométrico-espacial	Metodologia de solução de problemas	Resolução e entrega de exercícios individuais
Sabe caracterizar as diferentes formas geométricas	Capacidade de comunicar diferentes tipos de informação	Apresentação do trabalho desenvolvido

Fonte: Os autores

4.2 Disciplina final

Os objetivos da disciplina oferecida nos anos finais do curso são, de acordo Barison e Santos (2011), que o aluno aprenda técnicas avançadas de modelagem 3D, conheça sistemas do edifício e explore funcionalidades de famílias na ferramenta BIM.

Esse nível de conhecimento BIM é um aprofundamento do nível introdutório. Sendo assim, espera-se que o aluno seja capaz de desenvolver o projeto fazendo uso de mais ferramentas e com maior habilidade e que ele consiga apresentar um pensamento interdisciplinar aplicando o que foi aprendido, ao longo da graduação, no projeto. Analisando esse nível como o que precede o de Gerente BIM, é importante que o aluno desenvolva a sua capacidade de comunicação. Os alunos deverão elaborar um projeto composto por diferentes cargos e funções, sendo que todos devem passar por todos os cargos.

É difícil promover trabalho colaborativo em disciplinas com menos que 3 horas-aula semanais. Uma solução viável é iniciar o oferecimento com um modelo já contemplado para que os alunos realizem análises (BARISON, 2015). Sendo assim, novamente as aulas serão baseadas em um modelo, com a delimitação de problemas e um nível de discussão e detalhamento elevado.

Na figura 4 apresenta-se um resumo do descrito relacionando os perfis iniciais e finais e as estratégias de ensino.

Figura 4 – Perfis inicial, final e estratégias da disciplina final

Perfil do aluno – Disciplina Final		
Perfil Inicial	Perfil Final	Como adquirir
Conhecimento homogêneo	Modelador BIM/ Analista BIM	Metodologia PBL – Aprendizado baseado em Projeto
Conhecimento das matérias básicas e iniciais de engenharia (Ciclo básico)	Conhecimento aprofundado de ferramentas BIM	Aulas baseadas em um modelo
Aprovação nas disciplinas de Construção Civil	Técnicas avançadas de modelagem 3D	Delimitação de problemas
Aprovação nas disciplinas de Estruturas e Geotécnica	Pensamento Interdisciplinar	Discussão e detalhamento em nível elevado
Aprovação nas disciplinas de Hidráulica e Ambiental	Conhecimento de sistemas do edifício	Exploração de funcionalidades de famílias na ferramenta BIM
Aprovação nas disciplinas de Transporte	Capacidade de comunicação desenvolvida	Trabalho em grupo com rotação das posições

Fonte: Os autores

5 QUESTIONÁRIO

O PBL envolve a realização de três ações ao final no curso: reflexão, crítica e revisão. Os envolvidos devem refletir sobre a aprendizagem, a qualidade e eficácia das atividades e usar o feedback para melhorar os processos e

produtos (BIE, 2016). Seguindo o que preconiza o método PBL, um questionário foi oferecido aos alunos, que cursaram em 2015 "Introdução ao projeto na engenharia civil e ambiental", a fim de delimitar os problemas enfrentados pelos estudantes, avaliar a eficácia da disciplina e prever melhorias para os próximos anos. Os resultados obtidos serviram como elementos de estudo para o presente artigo. Vale ressaltar, que a disciplina atualmente oferecida não segue a mesma estrutura proposta no presente artigo. Dessa forma, os resultados coletados serviram apenas como parâmetro para a estruturação da nova disciplina inicial.

O primeiro oferecimento da disciplina "Introdução ao Projeto na Engenharia", que apresentou conteúdo BIM, foi realizado no segundo semestre de 2015. O formulário que avaliou o curso foi disponibilizado na rede social Facebook, apresentando um caráter informal, e aceitou respostas entre 7 de abril às 18:55 até 14 de abril às 18:14. A taxa de resposta foi de, aproximadamente, 10 % (18 dentre 166 alunos). Ressalta-se que, apesar de ser disciplina obrigatória do 2º semestre, nem todos os alunos conseguem concluí-la no semestre adequado e, por isso, nas respostas há alunos de semestres mais adiantados.

As perguntas são apresentadas na figura 5, bem como os resultados, na figura 6, que auxiliaram na decisão do conteúdo e da forma das disciplinas propostas. Além disso, servirão como um guia aos futuros docentes.

Figura 5 – Perguntas do questionário

Pesquisa - Introdução ao Projeto de Engenharia.
Pesquisa - Introdução ao Projeto de Engenharia

Qual o seu nome? (Não obrigatório)

1.) Qual o seu ano de ingresso?

☐ 2015
☐ 2014
☐ 2013
☐ Outro...

2.) Antes de cursar a matéria, você já tinha algum conhecimento sobre Modelagem da Informação da Construção (BIM)?

☐ Sim
☐ Não

3.) Após cursar a matéria, você considera que tem algum conhecimento sobre o conceito de BIM?

☐ Sim
☐ Não

4.) Se você respondeu sim na questão anterior, por favor, escreva em poucas palavras o que entendeu sobre o conceito.

5.) Você conseguiu ver aplicações do programa Revit em outras disciplinas?

☐ Sim
☐ Não

6.) Se você respondeu sim na questão anterior, poderia citar alguns exemplos?

7.) Diante das dificuldades que você enfrentou relacionadas à matéria, você poderia sugerir melhorias para o próximo oferecimento da disciplina?

Fonte: Os autores

Figura 6 – Resultados do questionário

Resultados	Sugestões
61,1% eram alunos do primeiro ano (ingressantes em 2015) N = 11	Diminuir o ritmo da aula
100% afirmaram que, antes de cursar a matéria, não possuíam nenhum conhecimento sobre BIM N = 18	Oferecer um material de apoio ao aluno
61,1% consideram possuir algum conhecimento sobre o conceito BIM após cursar a matéria N = 11	Maior acompanhamento durante as aulas
44,4% conseguiram ver aplicações do Revit em outras disciplinas N = 8	Preparo prévio das atividades e dos professores

Fonte: Os autores

6 CONCLUSÃO

O presente trabalho se propôs a estudar a melhor forma de incluir, inicialmente, o ensino dos conceitos de Modelagem da Informação da Construção – Building Information Modeling (BIM) – na graduação em Engenharia Civil. Apesar de se aprofundar no estudo do contexto da Escola Politécnica da USP e apresentar uma proposta que se adeque a inclusão do ensino na mesma, o objetivo foi formular uma proposta que venha a ser uma referência. Ou seja, optou-se por delimitar o problema e sua resolução em uma escala micro, que seja adequada à um ambiente acadêmico específico, mas que também possa ser uma orientação para outras universidades que desejem incluir BIM na graduação.

Sendo assim, o presente artigo é uma contribuição para a inserção do conteúdo BIM na estrutura curricular da graduação da engenharia civil. Conceituando-se BIM, delimitando-se os problemas da inserção de novas disciplinas, buscando experiências e vivências em outros ambientes de ensino (UNICAMP), apresentou-se uma proposta de introdução do conceito BIM apoiada na abordagem PBL que envolve a criação de duas novas disciplinas, sendo a primeira oferecida no início do curso e a segunda no final. Após decidir-se sobre as características de introdução do conteúdo, o número de disciplinas e os prováveis períodos de oferecimento dessas, discutiu-se a metodologia de ensino, perfis dos alunos antes e depois de cursar as matérias e o planejamento semestral das disciplinas.

Definindo-se o Project Based Learning (PBL) e relacionando-o com o BIM, tornou-se clara a importância de que o estudante assuma um papel ativo, que seja responsável pelo seu aprendizado e apresente, ao final do curso, um perfil versátil e interdisciplinar. A partir daí torna-se possível detalhar os níveis de conhecimento BIM que se espera que o aluno atinja bem como realizar o planejamento que o levará a absorver o conteúdo proposto.

REFERÊNCIAS

BARISON, Maria Bernardete. **Introdução de Modelagem da Informação da Construção (BIM) no currículo:** uma contribuição para a formação do projetista. 2015. 362 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia de Construção Civil, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.

BARISON, Maria Bernardete; SANTOS, Eduardo Toledo. **Ensino de BIM: Tendências Atuais no Cenário Internacional: BIM Teaching: Current International Trends.** Gestão & Tecnologia de Projetos, São Carlos, v. 6, n. 2, p.67-80, dez. 2011.

BIE, Buck Institute for Education. **What is Project Based Learning (PBL)?** Disponível em: <http://bie.org/about/what_pbl>. Acesso em: 23 abr. 2016.

CAVALCANTE, Fernando P.L; EMBIRUÇU, Marcelo S. **Aprendizado com base em problemas: como entusiasmar os alunos e reduzir a evasão nos cursos de graduação em Engenharia.** Anais: XLI - Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia. Gramado: UFRGS, 2013. Disponível em: <http://www.fadep.br/engenharia-eletrica/congresso/pdf/116536_1.pdf>. Acesso em: 12 abr. 2016.

CHECCUCCI, Erica de Sousa; AMORIM, Arivaldo Leão de. **Método para análise de componentes curriculares: identificando interfaces entre um curso de graduação e BIM.** PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção, Campinas, v. 5, n. 1, p. 6-17, jan./jun. 2014.

BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. **Resolução nº 11, de 11 de março de 2002. Institui Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia.** Resolução CNE/CES 11. 09/04/2002, Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/CES112002.pdf>>. Acesso em: 12 abr. 2016.

FUVEST (São Paulo). **Manual do Candidato 2016.** 2016. Disponível em: <<http://www.fuvest.br/vest2016/manual/fuvest.2016.manual.pdf>>. Acesso em: 12 fev. 2016.

MASSON, Terezinha Jocelen et al. **Metodologia de Ensino: Aprendizagem Baseada em Projetos (PBL).** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA, 15., 2012, Belém. **Anais...** . São Paulo: Cobenge, 2012. p. 1 - 6. Disponível em: <<http://www.abenge.org.br/CobengeAnteriores/2012/artigos/104325.pdf>>. Acesso em: 12 abr. 2016.

RUSCHEL, Regina Coeli; ANDRADE, Max Lira Veras Xavier de; MORAIS, Marcelo de. **O ensino de BIM no Brasil: onde estamos?** Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 13, n.

2, p.151-165, abr. 2013. Disponível em:

<<http://www.scielo.br/pdf/ac/v13n2/a12v13n2>>. Acesso em: 12 abr. 2016.