

ENSINO DE BIM NA DISCIPLINA MODELAGEM DA INFORMAÇÃO E DA CONSTRUÇÃO (MIC) POR MEIO DAS METODOLOGIAS ATIVAS

Cely Martins S. Alencar – celyms@gmail.com*

*Departamento de Integração Acadêmica e Tecnológica- Universidade Federal do Ceará
CEP 60455-900 – Fortaleza – Ceará**

Delis Vieira dos Santos – delisvieira@hotmail.com*

*Departamento de Integração Acadêmica e Tecnológica- Universidade Federal do Ceará
CEP 60455-900 – Fortaleza – Ceará**

Alexandre Feitosa Silva - alexandrepoti@hotmail.com*

*Departamento de Integração Acadêmica e Tecnológica- Universidade Federal do Ceará
CEP 60455-900 – Fortaleza – Ceará**

Antonio P.H. Cavalcante – apaulo@det.ufc.br*

*Departamento de Integração Acadêmica e Tecnológica- Universidade Federal do Ceará
CEP 60455-900 – Fortaleza – Ceará**

Resumo: *Com a Revolução Industrial, a divisão do trabalho influenciou o ensino que, para fornecer profissionais especializados, tornou-se fragmentado em cursos e disciplinas. Na construção civil, isso provoca um distanciamento entre os diversos especialistas, mesmo que trabalhem no mesmo projeto. O BIM surgiu com o intuito de integrar esses profissionais para otimizar os empreendimentos. Logo, a universidade tem o papel de adaptar-se e oferecer o conhecimento segundo essa filosofia. Por isso, o objetivo deste estudo é propor uma metodologia pedagógica para a disciplina Modelagem da Informação e da Construção (MIC) do curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do Ceará. Os conceitos utilizados abordam temas como o BIM e alguns softwares de aplicação, as competências de um profissional, as Metodologias Ativas. Realizou-se um levantamento sobre o ensino do BIM em Fortaleza e, em seguida, discutiu-se a metodologia inovadora mais coerente para a MIC, bem como referências bibliográficas. Sugeriu-se a implantação da Aprendizagem Baseada em Projetos, Sala de Aula Invertida, Estudo de Casos e Instrução pelos Colegas, uso de material didático simples e conciso. O estudo propõe uma abordagem dinâmica sobre o BIM e constante renovação da MIC.*

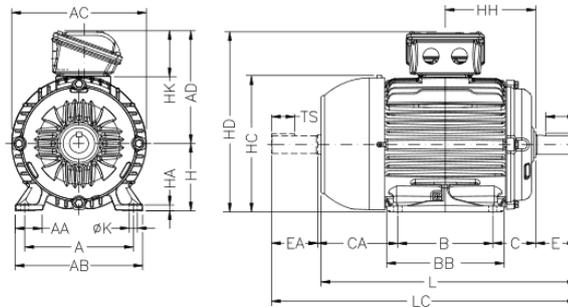
Palavras-chave: BIM. MODELAGEM DA INFORMAÇÃO E DA CONSTRUÇÃO Metodologias Ativas. Engenharia Civil.

1 INTRODUÇÃO

As necessidades industriais de padronização e produção em massa acarretaram numa separação entre a concepção e a execução, e, para isso, precisaria existir uma comunicação entre essas duas fases. Dessa forma, no final do século XVIII, o francês Gaspar Monge concebeu a Geometria Descritiva, generalizando, assim, os métodos introduzidos pelos projetistas da época. Essa técnica permitiu a representação de formas tridimensionais e a

descrição do objeto de modo “normatizado”. Este sistema é, até hoje, o método que constitui a base dos desenhos da engenharia. (TRINCHÃO; OLIVEIRA, 1998).

Figura 2 – Parte do projeto paramétrico de um motor elétrico trifásico industrial modelado em 2014



Fonte: Moteurs Electriques Triphasés (2017).

O presente Trabalho retrata as questões da incorporação do BIM (Building Information Modeling ou Modelagem da Informação da Construção, em português) no currículo dos cursos de Engenharia Civil da cidade de Fortaleza. Dessa forma, apesar de englobar as instituições particulares de ensino, tem foco na implantação do BIM na Universidade Federal do Ceará.

Como a filosofia BIM compreende, na prática, a integração de diversos profissionais em qualquer projeto, a transmissão de conhecimento via professor-aluno com a avaliação individual dos estudantes não retrata a realidade desse futuro profissional. Visto isso, devem ser consideradas novas metodologias que fogem do tradicional. Somente dessa forma, os princípios do BIM serão verdadeiramente trabalhados no ambiente acadêmico.

O desafio da criação de uma disciplina sobre BIM encontra-se na aplicação, em uma universidade de ensino tradicional, de uma filosofia que se distancia dessa estruturação fragmentada do ensino em departamentos e disciplinas. Por isso, pode haver certa resistência dos professores e alunos, já acostumados com o ensino unilateral, enquanto trabalham sob novo projeto pedagógico.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

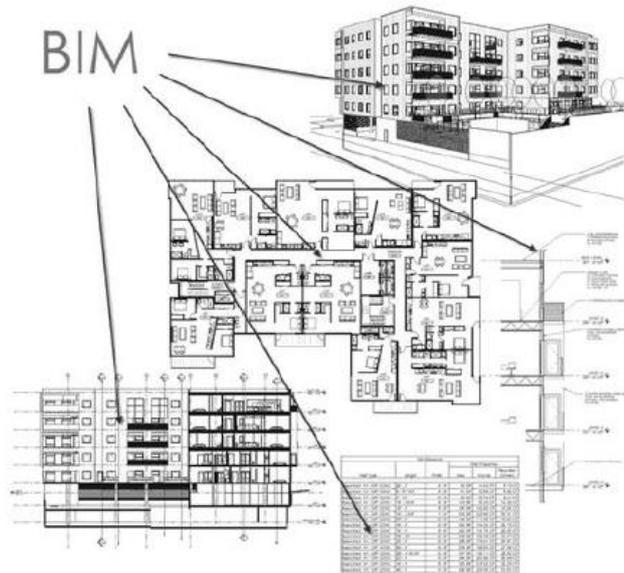
A partir de variadas pesquisas acadêmicas e estudos de caso, foi possível divulgar e enaltecer o BIM como uma filosofia da construção e, a partir disso, compreendê-lo como um processo de integração no desenvolvimento de um projeto e não mais como uma mera ferramenta de visualização, forma que era visto anteriormente.

Campbell (2006), atualmente vice-presidente (à época que elaborou esse estudo, gerente de projetos) da consagrada companhia norte-americana especializada em construção comercial, sustentável, projeto e construção virtual M. A. Mortenson, explicou que o BIM ainda não possuía uma definição singular e amplamente aceita apesar de ter derivado de pesquisas acerca do CAD décadas atrás. A referida companhia enxergava o BIM como uma simulação inteligente de arquitetura e que, para isso, deveria ser caracterizada por seis fundamentos principais.

Essa plataforma facilita a colaboração e o compartilhamento de informações em design e construção, bem como em cursos acadêmicos. Para educar os alunos para contribuir e liderar equipes de modelagem, é fundamental que eles ganhem experiência durante sua educação em projetos integrados. (HOLLAND et al., 2010).

Dentre as vantagens que o BIM pode conferir, Campbell (2006) mencionou o aumento do entendimento, confiança, qualidade e segurança, comunicação entre os vários projetistas e profissionais da construção, enquanto reduz custo, tempo e retrabalho no canteiro. Ademais, pode ser aplicado na pré-fabricação e modularização, coordenação e planejamento de projetos, sequenciamento e cronograma construtivos (4D), estimação de custos (5D), instalações de operação e manutenção, etc.

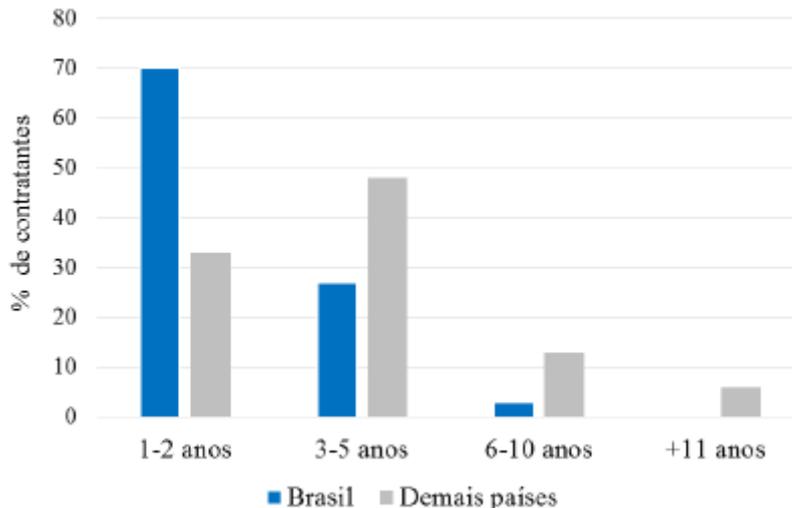
Figura 3 - Representações e planilhas geradas de um modelo BIM



Fonte: Demchak, Dzambazova e Krygiel (2009).

Em 2014, a McGraw Hill Construction, consagrada empresa de consultoria americana, elaborou um relatório com diversos levantamentos sobre o cenário da implementação do BIM em países com os maiores mercados da construção civil mundial: Alemanha, Austrália, Nova Zelândia, Brasil, Canadá, Coreia do Sul, Estados Unidos, França, Japão e Reino Unido. O relatório mostra que o Brasil possuía, naquele ano, a maior parte dos contratantes usando BIM há menos de dois anos, enquanto a média dos outros países encontrava-se no intervalo de 3 a 5 anos, como mostra o Gráfico 1 abaixo.

Gráfico 1 – Há quantos anos, em média, os contratantes utilizavam o BIM em 2014



Fonte: Adaptado de McGraw Hill Construction (2014).

2.1 MÉTODOS DE ENSINO

Foram analisados vários métodos de ensino dos quais estão listados abaixo. Vale ressaltar que as metodologias ativas descritas são apenas as escolhidas dentre as 8 pesquisadas, entretanto não foi possível descrever todas.

2.1.1. Modelo tradicional de currículo no ensino superior

Ao tratar desse ensino atualmente, Oliveira (2005) discute que a organização dos cursos de engenharia é baseada nos modelos teóricos da *École Polytechnique* e que, de uma maneira geral, essa abordagem não sofreu grandes alterações ao longo dos anos. Ele acrescenta que, com disciplinas fragmentadas e descontextualizadas em sua maioria, o currículo dos cursos ainda é dividido em básico, básico de engenharia e profissionalizante, assim como indica o Ministério da Educação na Resolução CNE/CES no 11: “Art. 6º Todo o curso de Engenharia, independentemente de sua modalidade, deve possuir em seu currículo um núcleo de conteúdos básicos, um núcleo de conteúdos profissionalizantes e um núcleo de conteúdos específicos que caracterizem a modalidade.” (BRASIL, 2002).

Enquanto o modelo curricular atual encontra-se subdividido em disciplinas e o modelo organizacional é fragmentado em cursos especializados, exige-se um profissional com conhecimento integrado e contextualizado para competir em um mercado de trabalho que demanda cada vez mais qualidade, produtividade, competitividade, entre outros atributos. (OLIVEIRA, 2005).

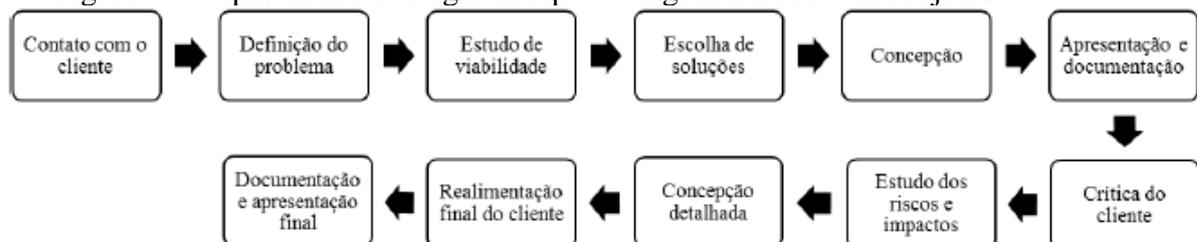
2.1.2. Metodologias Ativas

2.1.2.1. Aprendizagem Baseada em Projetos (Project Based Learning)

De acordo com Thomas (2000), nesta metodologia, os projetos são estratégia central de ensino. Os estudantes, nesse sentido, encontram e aprendem os conceitos da disciplina através do projeto. Os projetos de PjBL não acabam em um resultado esperado ou caminhos pré-determinados. Eles incorporam muito mais autonomia estudantil, decisões, responsabilidade e tempo de trabalho não supervisionado do que métodos tradicionais.

A equipe de estudantes deve começar pelo reconhecimento e formulação do problema, discussão da viabilidade de sua solução e dos possíveis caminhos para isso, buscar, estudar e desenvolver o que for necessário para resolver o problema, cuidar da gestão do projeto e dos processos de fabricação, estudar riscos e consequências, preparar e apresentar a documentação pertinente, e simular ou implementar um protótipo. (SILVEIRA et al., 2008).

Figura 4 - Etapas da metodologia da Aprendizagem Baseada em Projetos



Fonte: Silveira et al. (2008).

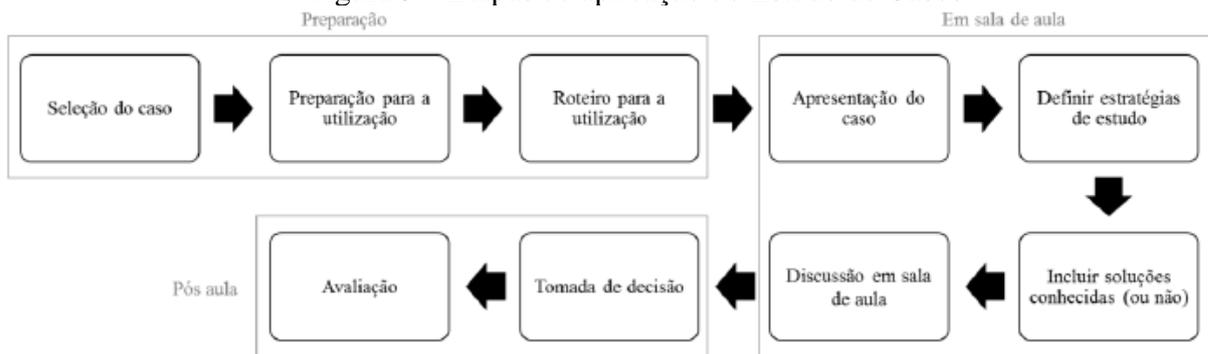
A avaliação para currículos que implantam essa metodologia é realizada de forma individual e valoriza a qualidade do produto final, as contribuições durante o processo e a profundidade da compreensão do conteúdo. Testes de múltipla escolha e verdadeiro ou falso podem não conseguir julgar a qualidade da aprendizagem. (GRANT, 2002).

2.1.2.2. Estudo de Casos (Case Studies)

Estudo de Casos é uma variante do método Aprendizagem Baseada em Problemas. Neste contexto, trata-se de uma metodologia desenvolvida com o intuito de possibilitar aos alunos o contato com problemas reais antes de alcançarem os semestres finais do curso. (BOROCHOVICIUS; TORTELLA, 2014).

O método exige do professor uma participação ativa na aprendizagem dos alunos. Seu papel não se limita simplesmente à escolha do caso e sua aplicação. Antes da aplicação do caso, há um minucioso trabalho para elaborar o caso, preparação do professor que vai aplicá-lo (dominar o assunto e sua aplicabilidade para as possíveis discussões em aula), dedicação para avaliar o processo em si, as apresentações dos grupos e dos estudantes individualmente. (SERRA; VIEIRA, 2006).

Figura 5 – Etapas de aplicação do Estudo de Casos



Fonte: Serra e Vieira (2006).

2.1.2.3. Sala de Aula Invertida (Flipped Classroom)

Sala de Aula Invertida é uma estratégia que visa alterar a lógica de organização tradicional do ensino presencial. O principal objetivo dessa abordagem é disponibilizar previamente para o aluno o material do curso para estimular a discussão do conteúdo com o professor e os demais estudantes. Dessa forma, a sala de aula se transforma em um espaço dinâmico e interativo, permitindo a realização de atividades em grupo, estimulando debates e enriquecendo o aprendizado a partir de diversos pontos de vista. Assim, para que esta metodologia realmente seja efetiva, o aluno precisa reservar um tempo para estudar o conteúdo antes da aula. (EI! ENSINO INOVATIVO, 2015). A Figura 14 a seguir ilustra as principais diferenças entre o método tradicional e a Sala de Aula Invertida.

Figura 6 - Diferenças entre o Método Tradicional e a Sala de Aula Invertida



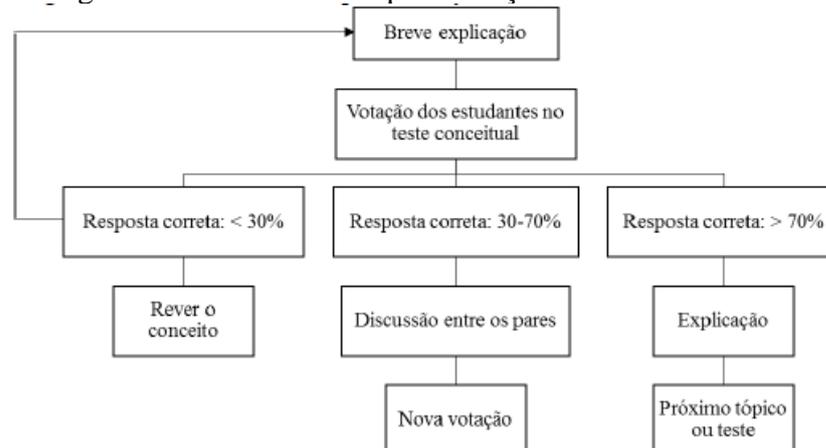
Fonte: EI! Ensino Inovativo (2015).

2.1.2.4. Instrução pelos Colegas (Peer Instruction)

O Peer Instruction (PI) envolve os alunos durante a aula através de atividades que exigem que cada aluno aplique os conceitos básicos que estão sendo apresentados e, em seguida, explique esses conceitos para seus colegas.

Ele é trabalhado em uma série de etapas. Antes da aula, os alunos têm acesso ao material de estudo. Já em sala, são realizados questionários para testar o nível de conhecimento adquirido com a leitura do material. A partir dos resultados, são realizadas aulas expositivas de até 10 minutos e outros testes conceituais, se necessário. Se o desempenho da turma for satisfatório, conclui-se o tópico e se fornece o conteúdo e atividades para a próxima aula. (DUMONT; CARVALHO; NEVES, 2016).

Figura 7 – Processo de implementação do Peer Instruction



Fonte: Dumont, Carvalho e Neves (2016).

A Sala de Aula Invertida (estudo prévio do material) foi mesclada ao PI para aumentar a eficácia do método. Os questionários aplicados são motivadores para que os alunos leiam o conteúdo previamente e devem possuir um nível de dificuldade desejável para os estudantes, visando encorajar debates sobre pontos controversos dos conteúdos. (DUMONT; CARVALHO; NEVES, 2016).

3 METODOLOGIA

Diante do que foi apresentado na Revisão Bibliográfica e no intuito de atender aos objetivos indicados inicialmente, é traçado abaixo um plano de pesquisa e discussão a ser realizado.

Primeiramente, explorou-se o nível atual do ensino e pesquisa de BIM nas demais instituições que oferecem o curso de Engenharia Civil em Fortaleza. Para isso, foi feito contato por telefone ou pessoalmente com os coordenadores ou professores responsáveis pelo ensino das disciplinas de desenho técnico dos cursos de Engenharia Civil das demais universidades/faculdades na cidade, o que compreende instituições particulares e o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE).

A pesquisa foi realizada com base nas quatro perguntas apresentadas a seguir:

- a) há uma disciplina específica para o ensino do BIM? Se sim, algum software é utilizado neste processo ou a disciplina é predominantemente teórica?
- b) a prática de BIM é implementada em outras disciplinas?
- c) há grupos de pesquisa ou iniciação à docência/científica com a elaboração de artigos sobre o BIM?
- d) existem iniciativas sobre o BIM na pós-graduação?

Depois da criação da disciplina MIC para o ensino de BIM na UFC, sua primeira turma acontecerá no primeiro semestre de 2018. Para isso, são sugeridas metodologias de ensino, referências bibliográficas e demais disciplinas do currículo da Engenharia Civil que podem aplicar o BIM.

Inicialmente, discute-se a escolha da metodologia de ensino desta disciplina a partir da Revisão Bibliográfica sobre as Metodologias Ativas e, também, levando em consideração os fundamentos da filosofia BIM. É importante, igualmente, elaborar uma forma de justificar a escolha de tal metodologia pedagógica e apresentar seus benefícios para uma maior probabilidade de acolhimento pelos estudantes.

No intuito de indicar um modelo de referência bibliográfica para o ensino do BIM na disciplina, é imprescindível supor a escolha de um material claro, atual, objetivo e sintético para estimular o interesse dos alunos. Nesse sentido, a intenção da recomendação é agilizar o processo de análise do conteúdo e facilitar a assimilação da prática da metodologia BIM pelos estudantes no processo de aprendizagem.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Estágio atual de ensino do BIM nos demais cursos de Engenharia Civil de Fortaleza

As instituições que oferecem o curso de Engenharia Civil em Fortaleza são Faculdade Ari de Sá, Faculdade Ateneu, Centro Universitário Estácio do Ceará, Faculdade Metropolitana da Grande Fortaleza (Fametro), Faculdade Devry Fanor, Faculdade Farias Brito (FFB), Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE), Centro Universitário 7 de Setembro (Uni7), Centro Universitário Christus (Unichristus), Universidade de Fortaleza (Unifor) e Universidade Federal do Ceará (UFC).

Tabela 8 – Resultado da pesquisa sobre o cenário de implantação do BIM nos cursos de Engenharia Civil de Fortaleza em 2017

Instituição	Ano de criação do curso	Disciplina sobre BIM	Outras disciplinas com BIM	Pesquisas	Pós-graduação
Ari de Sá	2015	•	•	•	
Ateneu	2014		•		
Estácio	2015		•		
Fametro	2016				
Fanor	2012			•	
FFB	2014				
IFCE	2011				
Uni7	2016		•		
Unichristus	2012		•		
Unifor	1973			•	
UFC	1956		•	•	

Fonte: Elaborada pelos autores.

Até o presente ano de 2017, apenas uma das dez instituições oferecia uma disciplina com foco em BIM na sua grade curricular. No entanto, pelo menos duas têm intenção de criar a disciplina nos próximos anos, duas oferecem cursos de extensão sobre o BIM e pelo menos três oferecem cursos de extensão para o ensino de ferramentas computacionais como o Revit®.

Além disso, cinco das dez instituições possuem outras disciplinas que abordem o BIM nos seus planos de ensino. Em quatro delas, a abordagem ocorre em disciplinas de Desenho Técnico e/ou Gerenciamento e, na outra, o BIM é abordado superficialmente em uma disciplina de ensino do software Revit®.

Gráfico 4 - Taxa dos cursos de Engenharia Civil em Fortaleza que implementaram BIM em outras disciplinas



Fonte: Elaborado pelos autores.

Não seria promissor elaborar uma disciplina com uma metodologia de ensino ambiciosa e revolucionária caso houvesse desinteresse por parte dos discentes. Inicialmente, para a escolha ótima da metodologia de ensino a ser implementada na disciplina MIC a partir das principais Metodologias Ativas apresentadas no tópico 2.1.2 da Revisão Bibliográfica, algumas delas foram desconsideradas por motivos de possível resistência dos estudantes quanto às atividades propostas, não ser vantajosa para o ensino de BIM ou até mesmo falta de estrutura física.

Figura 8 - Metodologias Ativas sugeridas
para implantação na disciplina MIC



A Figura 8 apresentada anteriormente, indica que a sugestão da Metodologia Ativa mais adequada para o ensino do BIM não foi feita a partir de uma e, sim, na aplicação de quatro metodologias: Aprendizagem Baseada em Projetos, Sala de Aula Invertida, Estudo de Casos e Instrução pelos Colegas.

Na implantação de alguma das novas Metodologias Inovadoras de Ensino, é recomendável justificar a escolha de tal pedagogia no início da disciplina e apresentar seus benefícios na formação pessoal e profissional da turma para uma maior expectativa de aceitação e participação ativa dos estudantes no decorrer do período letivo. Pode-se apresentar a essência das principais metodologias e exemplificar outros cursos que já fazem utilização delas, como no curso de Medicina.

Agradecimentos

Aos docentes e discentes pela oportunidade de participação na pesquisa e ao Centro de Tecnologia da UFC pelo apoio ao disponibilizar todo o espaço e equipamentos utilizados.

REFERÊNCIAS

BOROCHOVICIUS, E.; TORTELLA, J. Aprendizagem Baseada em Problemas: um método de ensino-aprendizagem e suas práticas educativas. *Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação*, v. 22, n. 83, 2014.

CAMPBELL, D.; Modeling Rules. *Architecture Week*, [S.l.], n. 307, 11 out. 2006. Não paginado. Disponível em: <http://www.architectureweek.com/2006/1011/tools_1-1.html>. Acesso em: 14 jun. 2017.

CBIC. **Fundamentos BIM** – Coletânea Implementação do BIM para Construtoras e Incorporadoras. Brasília: Câmara Brasileira da Indústria da Construção, 2016.

DEZEN-KEMPTER, E.; ARRIVA, F.; RAMOS, G. O uso de BIM para a criação de um banco de dados da produção de habitação de interesse social em Limeira-SP. *In: SIGRADI 2012: Congresso da Sociedade Iberoamericana de Gráfica Digital*, 16., 2012, Fortaleza, **Anais...** Fortaleza: [s.n.], 2012, p. 431-435.

DUMONT, L.; CARVALHO, R.; NEVES, A. O Peer Instruction como proposta de Metodologia Ativa no ensino de Química. **The Journal of Engineering and Exact Sciences**, v. 2, n. 3, p. 107-131, 2016.

EI! ENSINO INOVATIVO, [São Paulo]: Fundação Getúlio Vargas, v. 2, 2015.

GRANT, M. Getting a grip on project-based learning: Theory, Cases and Recommendations. **Meridian: A Middle School Computer Technologies Journal**, Raleigh, v. 5, n. 1, p. 1-3, 2002.

OLIVEIRA, V. Crescimento, evolução e o futuro dos cursos de engenharia. **Revista de Ensino de Engenharia**, v. 24, n. 2, p. 3-12, jul. 2005.

SERRA, F.; VIEIRA, P. **Estudos de Casos: como redigir, como aplicar**. Rio de Janeiro: LTC, 2006.

THOMAS, J. **A review of research on project-based learning**. Autodesk Foundation: San Rafael, 2000.

TRINCHÃO, G.; OLIVEIRA, L. A História contada a partir do desenho. *In*: Graphica 98: Simpósio Nacional de Geometria Descritiva e Desenho Técnico, 13., 1998, Feira de Santana, **Anais...** Feira de Santana: [s.n.], 1998, p. 156-164.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ. Centro de Tecnologia. Centro Acadêmico de Engenharia Civil. **Pesquisa de interesse e demanda dos alunos de Engenharia Civil – UFC** sobre a criação da cadeira de Modelagem da Informação e da Construção (BIM), Fortaleza, Ceará. 2017e.

UTILIZING ACTIVE METHODOLOGIES FOR TEACHING BIM IN INFORMATION MODELING AND CONSTRUCTION

Abstract: *With Industrial Revolution, the division of labor influenced teaching as in order to provide skilled professionals, became fragmented into courses and disciplines. In civil construction, this causes a segregation among the various specialists, even if they work on the same project. BIM was created with the intention of integrating these professionals to optimize the projects. Therefore, the university has the role of adapting itself and offering knowledge according to this philosophy. Therefore, the objective of this study is to propose a pedagogical methodology to the Building Information Modeling course from the Civil Engineering school at Universidade Federal do Ceará. The concepts covered topics such as BIM and some application softwares, the skills of a professional. A survey was carried out on the teaching of BIM in Fortaleza, and then the most coherent innovative methodology for the course was discussed, as well as bibliographical references. The suggestions involved the implementation of Project Based Learning, Flipped Classroom, Case Studies and Peer Instruction, use of simple and concise material. The study proposes a dynamic approach to BIM and constant renovation of the course.*

Key-words: BIM. BUILDING INFORMATION MODEL. Active methodologies. Civil Engineering.