Análise da DCN dos cursos de Arquitetura e Urbanismo sob a ótica das Competências BIM

Analysis of the NCG for Architecture and Urbanism undergraduate courses from the perspective of BIM Competencies

Danielle Skubs
Universidade Estadual de Campinas | Campinas | Brasil | d002902@dac.unicamp.br
Caio Muniz Nunes
Universidade Estadual de Campinas | Campinas | Brasil | caiomn@outlook.com
Giulia Piazza Fernandes
Universidade Estadual de Campinas | Campinas | Brasil | giuliapiazzaf@gmail.com
Regina Coeli Ruschel
Universidade Estadual de Campinas | Campinas | Brasil | ruschel@unicamp.br

Resumo
O trabalho propõe uma análise do atual documento de Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN) para os cursos de Arquitetura e Urbanismo e a sua correlação com o ensino de habilidades e competências relacionadas ao Building Information Modeling (BIM). Para isso, foram utilizadas as estruturações propostas por dois autores das competências necessárias ao profissional para o uso do BIM. Verifica-se que a DCN é bastante genérica e não contempla muitas habilidades fundamentais para o trabalho com BIM. Tais competências podem ficar mais claras no documento para integrar melhor o egresso ao uso dessa tecnologia.

Palavras-chave: Building information modeling. Ensino de Arquitetura e Urbanismo. Currículo.

Abstract
This work proposes an analysis of the current National Curricular Guidelines (NCG) document for the Architecture and Urbanism undergraduate courses and its correlation to the teaching of skills related to Building Information Modeling (BIM). To that end, the structuring proposed by two authors of the necessary skills for the BIM professional were used. It appears that the DCN is quite generic and does not include many fundamental skills for working with BIM, and these competencies can be made clearer in the document to better integrate the undergraduate to the use of that technology.

Keywords: Building information modeling. Architectural and Urbanism education. Curriculum.

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, observa-se nas matrizes dos cursos de Arquitetura e Urbanismo, a inserção de disciplinas voltadas para o ensino de *softwares* de modelagem tridimensional dentro da metodologia BIM. Algumas vezes, há o entendimento errôneo de que o domínio destas ferramentas significa conhecer o processo BIM por

Como citar:
SKUBS, D.; NUNES, C. M.; FERNANDES, G. P.; RUSCHEL, R. C. Análise da DCN dos cursos de Arquitetura e Urbanismo sob a ótica das Competências BIM. *In:* SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO, 3., 2021, Uberlândia. **Anais [...].** Porto Alegre: ANTAC, 2021. p. 1-10. Disponível em: https://eventos.antac.org.br/index.php/sbtic/article/view/577. Acesso em: 3 ago. 2021.

completo. Porém, essa metodologia aborda um tema bastante amplo que engloba uma gama de usos possíveis dentro do ciclo de vida da edificação, dentro dos espectros do levantamento, planejamento, gerenciamento, execução, monitoramento. Assim, dominar o processo BIM exige o conhecimento de diversos softwares, além de habilidades e competências específicas, que podem ser trabalhadas na graduação de Arquitetura e Urbanismo.

O estudo aqui apresentado, compara as habilidades e competências indicadas pelo documento da DCN dos cursos de Arquitetura e Urbanismo e de sua revisão, que foi proposta pela Associação Brasileira de Ensino de Arquitetura (ABEA) e apresentada no caderno de n° 42, com as habilidades e competências definidas pelo guia Project Execution Planning da Universidade Penn State [1], e por outros autores [2].

Segundo autores, adquirir habilidades e competências BIM é necessário para o profissional contemporâneo por sua expressão atual na esfera da Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC) e frente a atual transição dos desenhos para modelos em 3D e demanda por maior eficiência em todos os processos do ciclo de vida da edificação [3-5].

METODOLOGIA

Inicialmente foi realizada uma revisão na literatura para embasamento de referencial teórico em ensino, habilidades e competências BIM na atual DCN, BIM na graduação de Arquitetura e Urbanismo e competências BIM, nas bases acadêmicas: SCOPUS, SCIENCE DIRECT E WEB OF SCIENCE.

A metodologia da análise comparativa é embasada na argumentação lógica [3], que permitiu o agrupamento de grande conjunto de dados em uma estrutura de trabalho coerente e irredutível, de forma a servir como ferramenta de entendimento e categorização desses dados.

Mediante junção dos estudos e destaques para BIM nos textos das DCNs foi gerado um cruzamento de informações de contextos comuns (Quadro 01). Este resultado foi cruzado com as estruturas de habilidades e competências dos autores [1,2] resultando nas classificações das habilidades e competências em função da ocorrência nas DCNs (Quadros 02 e 03), que são estruturados como mostram os destaques em amarelo (Figura 1).

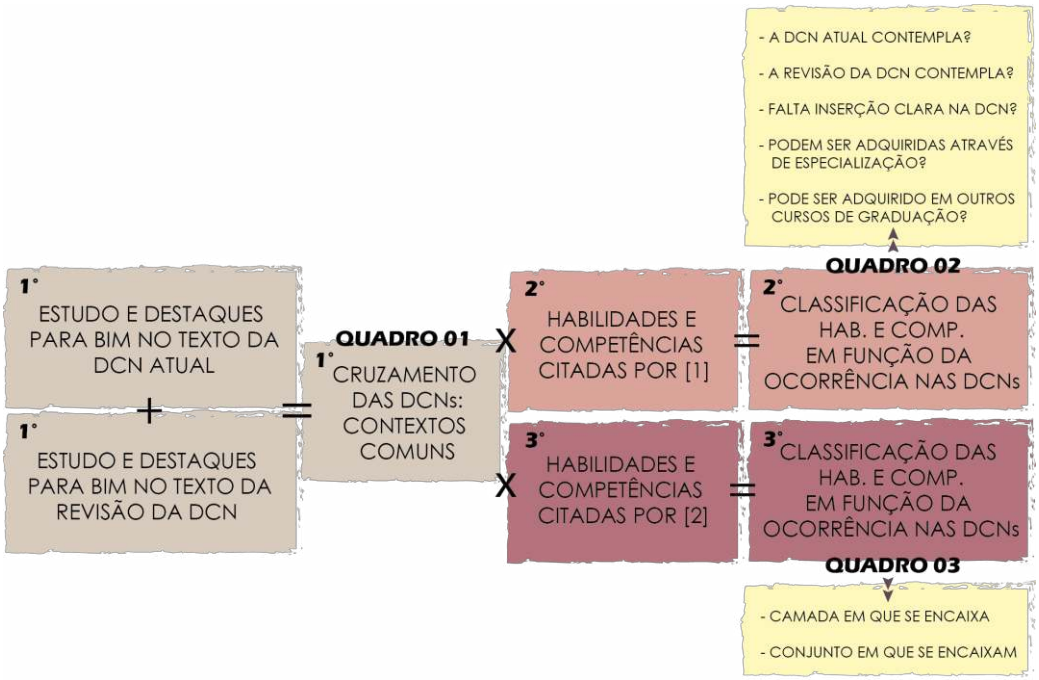
REFERENCIAL TEÓRICO

ENSINO

Ouve-se muito hoje em dia o termo metodologia ativa, que surge de discussões da escola nova frente à escola tradicional e de estudos que trazem o papel do estudante para o centro do aprendizado [6]. Uma importante forma de se construir o conhecimento por meio de atividades pedagógicas voltadas ao ensino baseado em métodos ativos, é utilizar-se de processos colaborativos mediante interação [7].

Estudos recentes têm focado em construir uma visão sobre a educação que se baseia no aprendizado de competências, que amplia a capacidade dos discentes em realizar tarefas ou solucionar problemas [8]. Adquirir competências é fundamental para que o futuro profissional possa trabalhar com a tecnologia BIM, que exige um conhecimento profundo em diferentes áreas e processos.

Figura 1: Delineamento da argumentação lógica e cruzamento dos dados



Fonte: os autores.

COMPETÊNCIAS BIM

As competências BIM requeridas para o profissional que deseja trabalhar com essa tecnologia e em equipe, são citadas por duas referências nessa temática [1,2].

Autores definem o termo competência de forma diversa, assim é importante que se pense fora de padrões para poder entender e classificar competências BIM. Aproximando ideias de competências sociais, profissionais e técnicas, pode-se classificar competências como algo que requer a combinação de conhecimento, habilidade e experiência para que o profissional seja capaz de entregar uma tarefa específica [2].

O autor cita ainda que a análise de competência individual de um profissional não pode ser medida de forma binária, sendo necessário descrever níveis intermediários entre: a ausência de habilidades básicas e sua abundância, quais sejam: nenhuma, básica, intermediária, avançada e especialista. Destacando ainda, que a prática recorrente possibilita o trânsito nessa escala, restrita à conhecimento e habilidade.

Apesar da variedade de definições de competência, define-se o termo para competências individuais BIM como [2]:

As competências BIM individuais são os traços pessoais, conhecimentos profissionais e habilidades técnicas exigidas para um indivíduo desempenhar uma atividade BIM ou

entregar um resultado relacionado ao BIM. Essas habilidades, atividades ou resultados devem ser mensuráveis em relação a padrões de desempenho e podem ser adquiridos ou aprimorados por meio da educação, treinamento e/ ou desenvolvimento (tradução nossa).

As competências para usos do BIM podem ser muitas, como são enumeradas no guia da Penn State [2], por isso a importância de uma classificação por camadas e conjuntos.

> *As competências BIM individuais são os traços pessoais, conhecimentos profissionais e habilidades técnicas exigidas para um indivíduo performar uma atividade BIM ou entregar um resultado relacionado ao BIM. Essas habilidades, atividades ou resultados devem ser mensuráveis em relação a padrões de performance e podem ser adquiridos ou aprimorados por meio da educação, treinamento e/ ou desenvolvimento (tradução nossa).*

As camadas de competências citadas se complementam e podem ser requeridas dentro de atividades ou tarefas únicas e trabalhos futuros do autor planejam o desenvolvimento de ferramentas de avaliação das competências através de automatização de dados das habilidades requeridas pela tecnologia BIM, que serão compiladas em uma base [2].

BIM NA GRADUAÇÃO DE ARQUITETURA E URBANISMO

Pelo fato do BIM atender diversas esferas na construção e elaboração de projetos, este se torna uma ferramenta completa e fundamental da formação acadêmica, assim, o BIM na educação deveria ter um papel muito maior e mais significativo [9].

O BIM no ensino tem potencial de fazer com que os discentes vivenciem parâmetros como agendamento, projeção de custos, desenvolvimento de projeto, etc. e sejam capazes de criar projetos com melhor relação custo-benefício, entender o quanto as escolhas dos materiais influenciam no custo final de uma construção e criar projetos com as melhores escolhas desde as fases iniciais [10].

Observa-se uma falha na inserção do BIM no ensino, pois muitas vezes ele é difundido apenas como uma ferramenta de projeto arquitetônico e suas diversas outras aplicabilidades no setor da construção costumam ser deixados de lado [11]. Entretanto, estudo recente [12] mostra a variedade de possíveis atividades a serem oferecidas para que o foco não esteja apenas no uso de dispositivos de visualização e interação em disciplinas de projeto e construção, mas para que também se trabalhe o tema BIM em disciplinas de planejamento e gestão.

Na concepção arquitetônica da edificação com tipos diferentes de modelos e múltiplas simulações, [13] chama atenção para o conhecimento em interoperabilidade requerido devido a adoção de modelos de concepção digital formativo, generativo.

A falta de literatura na língua portuguesa prejudica ainda a discussão ampla da modelagem da informação da construção, retardando sua difusão dentro dos cursos de AEC [5].

DISCUSSÃO

A DCN para os cursos de Arquitetura e Urbanismo em vigor é de 2010 e traz em seu texto as competências e habilidades que os cursos de graduação no Brasil devem prover para o aluno por meio da sua organização pedagógica. Dentre elas, destacam-se:

> *Art. 5o O curso de Arquitetura e Urbanismo deverá possibilitar formação profissional que revele, pelo menos, as seguintes competências e habilidades: [...] III - as habilidades necessárias [...]* ***para realizar construções, considerando os fatores de custo, durabilidade, manutenção e especificações, bem como os regulamentos legais*** *[...] VII - os conhecimentos [...]* ***para a organização de obras e canteiros*** *[...] XI - as habilidades de [...] meios de expressão e representação, tais como [...]* ***modelagem*** *[...];* ***XII - o conhecimento dos instrumentais de informática para tratamento de informações e representação*** *[...] XIII - a habilidade na elaboração e instrumental na* ***feitura e interpretação de levantamentos topográficos, com a utilização de aerofotogrametria, fotointerpretação e sensoriamento remoto****, [...] [14] (grifo nosso).*

No texto acima, retirado da DCN atual, foram destacadas as competências que trazem referências ao uso de tecnologias, planejamento e gestão, importantes para a discussão dentro do tema das competências e habilidades necessárias para o profissional capacitado em Modelagem da Informação da Construção. Foram destacadas e grifadas pelos autores, textos importantes relacionados à BIM que aparecem nos textos da atual DCN e sua revisão. Na sequência, estes itens foram agrupados de acordo com contextos semelhantes (Quadro 1).

Quadro 1: Cruzamento de dados de contextos semelhantes entre os grifos dos textos de habilidades e competências da atual DCN e de sua revisão

Destaques dos textos da DCN atual (2010) relacionados à tecnologia BIM	**Destaques dos textos da revisão da DCN que são relacionados à tecnologia BIM (ABEA, caderno n° 42)**
Informática Aplicada	Tecnologia da Informação e Comunicação (TICs), Estratégia para atender novas demandas
Modelagem 3D, Dados	Modelagem da Informação, Fabricação
Planejamento, Organização de Canteiros, Manutenção	Planejar, Gerir, Coordenar, Executar obras, Desempenho e Segurança das Edificações relativos às condições de segurança na construção e no uso e na manutenção dos edifícios, Compatibilização de projetos
Informática aplicada	Modelagem digital 3D
Entender condições de conforto ambiental	Desempenho e gestão, Estudos de desempenho facilitados pela tecnologia BIM
Aerofotogrametria, Modelagem 3D, Mapas, Fotogrametria	Fotointerpretação, Geoprocessamento, Leitura e interpretação de dados de topografia, sensoriamento remoto

Fonte: os autores.

A partir daí criou-se um novo quadro com a distribuição das habilidades e competências citadas pelo guia da Penn State [1], que foram organizadas entre as classificações: a DCN atual contempla, a revisão da DCN contempla, ainda faltam ser inseridas nas DCNs de forma clara, podem ser adquiridas em cursos de especialização/ extensão e cabem à profissionais de outros cursos, como engenharia civil, mostrando ainda sua correlação com o uso BIM indicado pelo guia (Quadro 02).

Quadro 2: Classificação das habilidades e competências citadas pelo guia da Penn State em função de ocorrência nas DCNs (continua)

CLASSIFICAÇÃO	HABILIDADES E COMPETÊNCIAS CITADAS PELO GUIA PENN STATE PARA O PROFISSIONAL BIM	USOS BIM QUE APRESENTAM CORRELAÇÃO COM A CLASSIFICAÇÃO
A DCN ATUAL CONTEMPLA	• Modelar em 3D • Utilizar ferramentas BIM • Dominar ferramentas de levantamento • Avaliar níveis de detalhamento necessários • Manipulação e revisão de modelo 3D • Entender o sistema das instituições locais (GIS, banco de dados) • Conhecimento sobre métodos de construção • Capacidade de criar, manipular, navegar e revisar um modelo estrutural 3D • Conhecimento de sistemas básicos energéticos da construção • Conhecimento do padrão energético de construção • Conhecimento/experiência de construção de projetos • Experiência em design e construção • Definições específicas no processo de modelagem • Capacidade de identificar exigências de quantitativos para cada nível do projeto • Projetista com habilidades para interpretar resultados de análises	1. Modelagem de condições existentes 2. Estimativas de Custos 4. Programação 5. Análises Locais 6. Design Autoral
A REVISÃO DA DCN CONTEMPLA	• Capacidade de usar o aplicativo de modelagem BIM para atualizações de construção • Capacidade de comunicação eficaz entre as equipes de design, construção e gerenciamento de instalações • Capacidade de traduzir o conhecimento de campo em um processo tecnológico • Habilidade de tomar decisões apropriadas a respeito da construção utilizando software de projeto de sistema 3D • Conhecimento de práticas típicas e apropriadas de construção para cada componente • Habilidade de produzir componentes da edificação utilizando informações digitais • Habilidade para modelar foto-realisticamente incluindo texturas, cores e acabamentos facilmente navegáveis usando-se diferentes software ou plug-ins • Conhecimento em planejamento de cronograma e dependência entre tarefas • Conhecimento de softwares 4D • Capacidade de manipular e avaliar o cronograma de construção com um modelo 3D • Habilidade de compreender e criar um modelo de fabricação • Habilidade de extrair informações digitais da fabricação de modelos 3D • Capacidade de manipular e avaliar o cronograma de construção com um modelo 3D	3. Planejamento 6. Revisão de projetos 9. Análise Luminotécnica 10. Análise Energética 13. Análise leed sustentabilidade 15. Coordenação Espacial 3D 16. Planejamento de utilização 17. Projeto de construção 18. Fabricação digital
FALTA INSERÇÃO CLARA NA DCN (GRADUAÇÃO)	• Forte senso de coordenação • Entender papéis e responsabilidades de membros do time • Bom relacionamento com pessoas • Capacidade de utilização de software de validação de código e conhecimento em códigos de verificação • Habilidade para interpretar se os dados do modelo são apropriados para controle do leiaute e dos equipamentos (canteiro de obras)	14. Validação de códigos 19. Planejamento e controle 3D

Quadro 2: Classificação das habilidades e competências citadas pelo guia da Penn State em função de ocorrência nas DCNs (conclusão)

PODEM SER ADQUIRIDAS POR MEIO DE ESPECIALIZAÇÃO	• Especialista em modelagem com habilidades para inserir iluminação dentro de um modelo 3D • Utilizar 3D laser scanning • Filtrar dados de laser 3D • Gerar modelos 3D por fotogrametria • Conhecimento de informações de crédito LEED atualizado • Capacidade de organizar e gerenciar o banco de dados • Capacidade de entender informações dinâmicas de construção por meio do BAS • Capacidade de tomar decisões adequadas durante uma emergência • Capacidade de manipular um sistema de gerenciamento de ativos • Conhecimento dos requisitos fiscais e de software financeiro relacionado • Conhecimento da construção e operação de um edifício (substituições, atualizações etc.) • Conhecimento pré-projeto de quais ativos valem a pena rastrear, se o edifício é dinâmico ou estático e as necessidades finais do edifício para satisfazer o proprietário • Habilidade para manipular, navegar e revisar os registros do modelo • Capacidade de avaliar e gerenciar o espaço e os ativos atuais para necessidades futuras	21. Planejamento de manutenção 22. Análise de sistema de construção 23. Gestão de ativos 24. Gerenciamento de espaços/ rastreamento 25. Planejamento contra desastres
PODE SER ADQUIRIDO EM OUTROS CURSOS DE GRADUAÇÃO	• Experiência em projeto e análise estrutural • Experiência em métodos de sequenciação estrutural • Capacidade de avaliar um modelo por meio de ferramentas de análise de engenharia • Capacidade de manipular, navegar e revisar o modelo BIM para atualizações de instalações • Habilidade com CMMS (Computerized maintenance management system) e sistemas de controle de construção com modelo de registro • Capacidade de entender as práticas típicas de operação e manutenção de equipamentos • Capacidade de compreender completamente os processos de operações das instalações para garantir a entrada correta de informações • Capacidade de integrar efetivamente modelo de registro com o aplicativo de gerenciamento de instalações • Conhecimento em aplicativos de gestão de instalações	8. Análise Estrutural 11. Análise mecânica 12. Análise de outras engenharias 20. Modelagem de registros

Fonte: os autores

Além da análise pelo guia da *Penn State*, analisou-se também a organização de competências proposta por [2] e como se relacionam com as informações das competências e habilidades já contempladas nas DCNs, indicando ainda sua correlação com as 3 camadas de competências citadas pelo autor: Essenciais, de Domínio e Execução (Figura 2) e seus respectivos conjuntos (Quadro 3).

As camadas e conjuntos citadas por [2] envolvem habilidades pessoais e de desenvolvimento social, além de outras diretamente ligadas ao trabalho em equipe, como facilidade em aprender línguas, que não aparecem no guia da *Penn State* [1]. Tais habilidades são igualmente importantes às habilidades gerenciais e funcionais, que aparecem mais amplamente citadas no guia [1] (Quadro 02). As habilidades

gerenciais e funcionais, ligadas à técnica, software, implementação, em geral são mais comumente desenvolvidas nos cursos de graduação do que as habilidades sócio emocionais.

Quadro 3: Classificação das habilidades e competências citadas por [2] em função da ocorrência nas DCNs

Destaques dos textos da DCN atual e revisão	CAMADA	CONJUNTO
Informática Aplicada / Tecnologia da Informação e Comunicação (TICs) / Estratégia para atender novas demandas	Execução	Software / Técnica
Modelagem 3D / Dados / Modelagem da Informação / Fabricação	Domínio Execução	Técnico Software / Técnica / Implementação
Planejamento / Organização de Canteiros / Gerir / Coordenar / Executar obras / Manutenção / Desempenho e Segurança das Edificações relativos às condições de segurança na construção e no uso e na manutenção dos edifícios / Compatibilização de projetos	Domínio Execução	Gestor / Funcional Software / Técnica / Implementação
Informática aplicada / Modelagem digital 3D	Domínio Execução	Técnico Software / Técnica / Implementação
Entender condições de conforto ambiental / Desempenho e gestão / Estudos de desempenho facilitados pela tecnologia BIM	Domínio Execução	Técnico Software / Técnica /Implementação
Aerofotogrametria / Modelagem 3D / Mapas / Fotogrametria / Fotointerpretação, geoprocessamento / Leitura e interpretação de dados de topografia / Sensoriamento remoto	Execução	Software / Técnica / Equipamentos de campo

Fonte: os autores.

CONCLUSÕES

O primeiro quadro produzido, referente ao cruzamento de dados de contextos semelhantes entre os grifos dos textos de habilidades e competências da atual DCN e de sua revisão, ofereceu importante suporte para construção dos demais quadros, uma vez que a análise das habilidades e competências citadas pelas DCNs e relacionadas à BIM foram agrupadas e descritas.

O segundo quadro, da classificação das habilidades e competências citadas pelo guia da Penn State em função de ocorrência nas DCNs, mostra de forma clara que muitas habilidades e competências trazidas pelo guia *Penn State* [1] já são levantadas de pelas DCNs dos cursos de Arquitetura e Urbanismo como necessárias para a formação de discentes. Além disso, foi possível visualizar que competências necessárias para se trabalhar nos usos iniciais das etapas do ciclo de vida da edificação em BIM estão de alguma forma sendo trabalhados pelos cursos de graduação que atendem à DCN. Observa-se também que a revisão nova, com seu novo texto, aumenta o potencial dos egressos de saírem com habilidades que atendem a mais usos BIM e que os usos mais avançados são contemplados por competências que devem ser adquiridas em cursos de pós-graduação.

Já o último quando, da classificação das habilidades e competências citadas por [2] em função da ocorrência nas DCNs, mostra que as habilidades e competências citadas nas DCNs, seja na atual de 2010 ou na revisão indicada pela ABEA, estão voltadas ao desenvolvimento discente com foco em competências técnicas e de execução, ainda

bem distantes das camadas socioemocionais que também são importantes para os profissionais que trabalharão em equipes [2].

A DCN hoje é bastante genérica. É fato que as DCNs servem para garantir o atendimento mínimo dos projetos pedagógicos de curso (PPCs) às demandas do profissional contemporâneo no mercado, porém, muitas habilidades importantes como vimos em [2], que são de cunho sócio emocional, não são contempladas.

Vale ressaltar que o estudo mostrou que a DCN atual não é impeditiva à incorporação do BIM na graduação, pelo contrário, busca incorporar ainda mais este tema com sua proposta de revisão. Resta então vencer barreiras sociais e de infraestrutura nas universidades e faculdades para que as habilidades e competências indicadas possam ser incorporadas aos PPCs.

Trabalhos futuros poderiam proporcionar o desenvolvimento de uma base de habilidades e competências específicas para o futuro profissional BIM, que possam ser trabalhadas e atreladas às disciplinas ou aos projetos integradores dos cursos de AEC, auxiliando o egresso do curso a melhor enfrentar as novas demandas do mercado.

REFERÊNCIAS

[1] MESSNER J. *et al*. **BIM Project Execution Planning Guide, Version 2.2.** State College: Computer Integrated Construction Research Program, The Pennsylvania State University, 2019, Disponível em: http://bim.psu.edu. Acesso em: 20 dez. 2020.

[2] SUCCAR B., SHER W., WILLIAMS A P. An integrated approach to BIM competency assessment, acquisition and application. **Automation in Construction**. v. 35, p. 174-189, 2013.

[3] MAS A. A. Teaching construction sciences with the integration of BIM to undergraduate architecture students. **Frontier of Architecture Research.** v. 9, p. 940-950, 2020.

[4] CHEN Y. *et al*. Adoption of building information modeling in Chinese construction industry. **Engineering Construction & Architectural Management**. v. 26, n. 9, p. 1878-1898, 2019.

[5] CHECCUCCI E. De 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.

[6] ARAÚJO J. C. S. Fundamentos da Metodologia de Ensino Ativa (1890-1931). In: REUNIÃO ANUAL DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO EM PESQUISA, 37., 2015, Florianópolis. **Anais [...].** Florianópolis: ENANPARQ, 2015.

[7] JOHNSON D. W., JOHNSON R. T., SMITH K. A. **Cooperative Learning: Increasing College Faculty Instructional Productivity.** ASHE-ERIC Higher Education Report No. 4, Washington, DC: George Washington University, 1991.

[8] MACHADO J. N. Sobre a ideia de competência. *In:* PERRENOUD, Philipp *et al.* **Competências para ensinar no século XXI: a formação dos professores e o desafio da avaliação.** Porto Alegre: Artmed, 2002. p.137-155.

[9] BERWALD S. From CAD to BIM: the experience of architectural education with Building Information Modeling. *In:* ARCHITECTURAL ENGINEERING CONFERENCE, 2008, Denver. **Proceedings [...].** Denver: ASCE, 2008. DOI: https://doi.org/10.1061/41002(328)8

[10] AGIRBAS A. Teaching construction sciences with the integration of BIM to undergraduate architecture students. **Frontiers of Architectural Research.** v. 9, p. 940-950, 2020.

[11] SACKS R., RADOSAVLJEVIC M., BARAK R. Requirements for building information modeling based lean production management systems for construction. **Automation in Construction**, v. 19. p. 641-655, 2010.

[12] WANG L. *et al.* Review of BIM adoption in the higher education of AEC disciplines. **Journal of Civil Engineering Education.** v. 146, n. 3, 2020.

[13] RUSCHEL, R. C. To BIM or not to BIM? In: ENCONTRO DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA E URBANISMO, 2014, São Paulo. **Anais [...].** São Paulo - Campinas: UPM-PUCCAMP, p. 1-12, 2014.

[14] MEC. **RESOLUÇÃO Nº 2, DE 17 DE JUNHO DE 2010:** Institui as Diretrizes Curriculares Nacionais do curso de graduação em Arquitetura e Urbanismo, alterando dispositivos da Resolução CNE/CES nº 6/2006.