

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS - ESCOLA DE ARQUITETURA

Fernando Augusto de Campos Pinheiro Moreira

**O papel das instituições de ensino na difusão da Tecnologia BIM. Estudo de Caso: articulações e possibilidades emergentes na Escola de Arquitetura da UFMG.**

Belo Horizonte

2020

Fernando Augusto de Campos Pinheiro Moreira

**O papel das instituições de ensino na difusão da Tecnologia BIM. Estudo de Caso: articulações e possibilidades emergentes na Escola de Arquitetura da UFMG.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ambiente Construído e Patrimônio Sustentável da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre.

Linha de Pesquisa: Tecnologia do Ambiente Construído

Orientador: Maria Luiza Almeida Cunha de Castro

Belo Horizonte  
Escola de Arquitetura da UFMG  
2020

## FICHA CATALOGRÁFICA

M838p

Moreira, Fernando Augusto de Campos Pinheiro.

O papel das instituições de ensino na difusão da tecnologia BIM. Estudo de caso [manuscrito] : articulações e possibilidades emergentes na Escola de Arquitetura da UFMG / Fernando Augusto de Campos Pinheiro Moreira. - 2020.

148 f. : il.

Orientadora: Maria Luiza Almeida Cunha de Castro.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Arquitetura.

1. Construção civil - Teses. 2. Modelagem de informação da construção - Teses. 3. Administração de projetos - Teses. 4. Estudo de caso - Teses. I. Castro, Maria Luiza Almeida Cunha de. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Arquitetura. III. Título.

CDD 658.45



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS  
ESCOLA DE ARQUITETURA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
AMBIENTE CONSTRUÍDO E PATRIMÔNIO SUSTENTÁVEL

## FOLHA DE APROVAÇÃO

**"O papel da Universidade na difusão da Tecnologia BIM: articulações entre as modalidades de ensino e o novo paradigma de modelagem do conhecimento"**

**FERNANDO AUGUSTO DE CAMPOS PINHEIRO-MOREIRA**

Dissertação de Mestrado defendida e aprovada, no dia **dezoito de dezembro de dois mil e vinte**, pela Banca Examinadora designada pelo Programa de Pós-Graduação em Ambiente Construído e Patrimônio Sustentável da Universidade Federal de Minas Gerais constituída pelos seguintes professores:

**Prof. Dr. Eduardo Cabaleiro Cortizo**

Escola de Arquitetura/UFMG

**Prof. Dr. Eduardo Marques Arantes**

Escola de Engenharia/UFMG

**Profa. Dra. Maria Luiza Almeida Cunha de Castro -**

Orientadora PPG-ACPS/UFMG

Belo Horizonte, 18 de dezembro de 2020.



Documento assinado eletronicamente por **Eduardo Marques Arantes, Membro de comissão**, em 27/03/2021, às 15:34, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Maria Luiza Almeida Cunha de Castro, Professora do Magistério Superior**, em 07/04/2021, às 10:56, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Renata Maria Abrantes Baracho Porto, Coordenador(a) de curso de pós-graduação**, em 22/07/2021, às 12:12, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Eduardo Cabaleiro Cortizo, Professor do Magistério Superior**, em 23/07/2021, às 12:52, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site [https://sei.ufmg.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](https://sei.ufmg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador **0487509** e o código CRC **3226A9AD**.

'Se uma imagem vale mais que mil palavras,  
um modelo vale mais que mil imagens'  
Edward Mc Cracken (CEO-SGI)

Dedico este trabalho aos meus queridos filhos, Arthur e Maria Fernanda, na esperança de que tenham assimilado todo o esforço, a dedicação e a resiliência para sua conclusão. Espero que o exemplo leve vocês a sonharem alto, se esforçando na busca por seus objetivos. Amo muito vocês!

Dedico ainda ao meu saudoso pai, Fernando (*in memoriam*), que além de grande exemplo de vida, foi também fonte constante de inspiração, durante toda esta jornada, na busca por dias melhores, frente a situações adversas. Você faz muita falta!

## Agradecimentos

A realização de uma dissertação de mestrado passa obrigatoriamente por um planejamento voltado à conciliação de compromissos profissionais e pessoais, que dependem diretamente de muitas pessoas envolvidas, as quais deixo aqui o meu mais sincero agradecimento.

À minha orientadora, Prof.<sup>a</sup> Maria Luiza Almeida de Castro, do Departamento da Tecnologia do Design, da Arquitetura e do Urbanismo - TAU, da UFMG, por toda colaboração, dedicação e empenho, fundamentais para a conclusão deste trabalho

Ao Prof. Eduardo Cabaleiro Cortizo, do Departamento da Tecnologia do Design, da Arquitetura e do Urbanismo – TAU, da UFMG, por ter me indicado no início desta jornada o caminho a ser seguido, inspirando essa pesquisa sobre o BIM, mostrando um novo mundo a ser descoberto

Ao Prof. Eduardo Marques Arantes, do Departamento de Engenharia Civil da UFMG, por todos os ensinamentos específicos sobre o BIM, utilizados ao longo deste trabalho, e pelas relevantes sugestões na Banca de Qualificação

Ao Prof. Mateus Moreira Pontes, do Departamento de Projetos da Escola de Arquitetura da UFMG, pela valiosa participação na Banca de Qualificação, através de suas sugestões e recomendações

À Prof.<sup>a</sup> Adla Betsaida Martins Teixeira, do Departamento de Métodos e Técnicas de Ensino da Faculdade de Educação da UFMG, por compartilhar seu conhecimento, e pelos valiosos esclarecimentos sugeridos

Aos colegas, demais professores e funcionários desta instituição, pela colaboração e inspiração, através da convivência

Finalmente um agradecimento à minha família, em especial minha mãe, Lina Márcia e minha esposa, Alessandra Sorelle, peças **fundamentais** na execução desta pesquisa, dando todo o suporte, a tranquilidade, o apoio e o incentivo necessários para que o foco pudesse ser mantido, mesmo nas horas mais difíceis. Vocês foram partes essenciais desta realização

## Resumo

O mercado da construção civil tem se desenvolvido rapidamente, trazendo novas perspectivas aos profissionais. Considerado um avanço tecnológico do setor AEC (Arquitetura, Engenharia, Construção), o BIM (*Building Information Modeling* ou Modelagem da Informação da Construção) é um conceito que está aos poucos sendo adotado e difundido na cadeia da construção civil, com o objetivo de melhoria da gestão dos processos que a integram, e da qualidade do produto final. Trata-se de uma plataforma de gestão e modelagem de conhecimento que permite compartilhar informações sobre um empreendimento, de maneira que todos os envolvidos possam se articular e participar das decisões ao longo de sua execução. Entretanto, a falta de profissionais habilitados para a utilização do BIM no mercado de trabalho atual vem sendo considerada como um entrave a sua implantação. O mercado atual oferece oportunidades a arquitetos, que não estão, entretanto, preparados para atender a esta demanda. Diante deste quadro, esta pesquisa procura compreender em qual estágio se encontra o ensino do BIM na Escola de Arquitetura da Universidade Federal de Minas Gerais, considerando o processo desde o início da implantação. Foram analisadas a maturidade das competências existentes e as habilidades cognitivas que estão sendo adquiridas por meio das atividades promovidas no âmbito dos cursos oferecidos pela instituição, e estes dados foram confrontados com as necessidades efetivas. A abordagem do tema foi feita por meio de uma pesquisa qualitativa de caráter exploratório, a partir de um estudo de caso nesta escola de ensino superior de Belo Horizonte, com amostragem de conveniência. A escolha da instituição foi definida em função da sua tradição no ensino de arquitetura, bem como da possibilidade de acesso a dados e fontes. As estratégias de coleta de dados incluíram a análise de conteúdo, (projetos pedagógicos e matrizes curriculares) assim como entrevistas semiestruturadas com docentes e discentes. Estes dados foram, então, analisados dentro da perspectiva delineada pelos objetivos da pesquisa. Espera-se, desta forma, trazer subsídios para futuras discussões sobre o ensino do BIM, para que as articulações interdisciplinares que a plataforma proporciona possam ser otimizadas.

**Palavras – chave:** Ensino do BIM, Construção civil, Gestão.



## **Abstract**

The civil construction market has developed rapidly, bringing new perspectives to professionals. Considered a technological advance in the AEC (Architecture, Engineering, and Construction) sector, BIM (Building Information Modeling) is a new concept that has gradually been adopted and disseminated in the civil construction chain, with the objective of improving the management of the processes that integrate it, and the quality of the final product. It is a management and knowledge modeling platform that allows sharing information about a building operation, so that all those involved can articulate and participate in decisions throughout the process. However, the lack of qualified professionals for the use of BIM in the current labor market has been considered an obstacle to its implementation. The market currently offers opportunities to architects, who are not, however, prepared to benefit from it. Faced with this situation, this research seeks to understand in which stage the teaching of BIM is at the School of Architecture of the Federal University of Minas Gerais, considering this process since the beginning of its implementation. It analyzes the maturity of existing skills and cognitive abilities that are being acquired through the activities promoted within the Architecture Courses, confronting these data with the actual needs. The theme was approached by means of an exploratory qualitative research, based on a case study in this institution in Belo Horizonte, using a convenience sample. The choice of this institution was defined due to its tradition in teaching, as well as to the possibility of access to data and sources. Data collection strategies included content analysis (pedagogical projects and curriculum matrices) as well as semi-structured interviews with teachers and students. This data was then analyzed within the perspective outlined by the research objectives. The purpose is to bring subsidies for future discussions about the teaching of BIM, so that the interdisciplinary articulations that the platform provides can be optimized.

**Keywords: Teaching BIM, Construction, Management.**

## Sumário

<b>INTRODUÇÃO</b> .....	11
Metodologia e procedimentos da pesquisa .....	17

### **CAPÍTULO 1.**

<b>BUILDING INFORMATION MODELING: UMA MUDANÇA DE PARADIGMA NO PROJETO E NA CONSTRUÇÃO</b> .....	23
---	----

1.1 BIM: Uma plataforma de integração de conhecimento.....	24
1.2 O BIM através de suas Dimensões, Nível de Desenvolvimento (LOD), Plano de Execução (BEP) e IFC .....	28
1.3 Entraves e dificuldades de implantação .....	31

### **CAPÍTULO 2**

<b>O ENSINO DO BIM: HABILIDADES COGNITIVAS E COMPETÊNCIAS</b>	32
---	----

2.1 Teoria e prática: relações pedagógicas e o aprendizado .....	33
2.2 Ensino do BIM: instrumental ou articulador do currículo? .....	46
2.3 Graus de maturidade: o foco nas habilidades dos alunos .....	55
2.4 Graus de maturidade a partir das características da abordagem que a instituição adota com relação ao ensino do BIM .....	65
2.5 Estágio de implantação do ensino do BIM no mundo e no Brasil	68
2.6 O ensino do BIM como prática reflexiva de Schön.....	69
2.7 Problemas a serem enfrentados para a consolidação do ensino do BIM	

71

### **CAPÍTULO 3**

<b>IMPLANTAÇÃO DO ENSINO DO BIM: CONTEXTO DA ESCOLA DE ARQUITETURA DA UFMG</b> .....	75
--	----

3.1 Modalidades de pesquisa: análise do projeto pedagógico e entrevistas .....	78
--	----

3.2 Estrutura e conteúdo curricular: competências, habilidades e perfil desejado para o futuro profissional.....	82
3.2.1 Projeto Pedagógico Curso Diurno .....	82
3.2.2 Projeto Pedagógico Curso Noturno.....	85
3.2.3 Novas Normas Gerais de Graduação: oportunidade para o ensino BIM.....	87
3.3 Entrevistas com docentes.....	90
3.3.1 Resultado das entrevistas.....	95
3.4 Questionário aplicado aos discentes .....	113

#### **CAPÍTULO 4**

CONSIDERAÇÕES SOBRE O ENSINO NA ESCOLA DE ARQUITETURA DA UFMG.....	126
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>131</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>138</b>

## INTRODUÇÃO

A presente dissertação aborda temas relacionados ao ensino do BIM – *Building Information Modeling*, ou Modelagem da Informação da Construção na Escola de Arquitetura da UFMG, em Belo Horizonte, com enfoque na formação de profissionais capacitados a aplicar este novo conceito de gestão de obras. A escolha do tema a ser pesquisado decorre de uma preocupação com a reduzida quantidade de arquitetos aptos a trabalhar dentro desta perspectiva, estando a maioria em um estágio inicial ou fazendo uso de tecnologias focadas apenas na representação, tais como AUTOCAD 3D (KOWALESKI, 2017).

O *Building Information Modeling* surge como opção para uma nova modelagem que tem como objetivo reunir os diversos projetos inerentes a uma construção em uma mesma plataforma (SOUZA, AMORIM E LYRIO, 2009). Através dessa integração, todos os atores envolvidos no projeto podem adotar um único modelo, ampliando de forma significativa a qualidade do fluxo de comunicação entre os arquitetos, engenheiros, clientes e demais projetistas, conforme mostra Figura 1.



Figura 1 – O BIM e a integração entre projetistas

Fonte: Autodesk (2016)

Trata-se de um novo conceito com aplicabilidade no mercado AEC – Arquitetura, Engenharia e Construtores, e um de seus objetivos é facilitar a comunicação entre os profissionais envolvidos ao longo de todo o ciclo de vida de um empreendimento do setor da construção civil, conforme mostra Figura 2. A metodologia abrange todas as fases de uma obra, desde a concepção da ideia inicial, passando pelos projetos, sendo utilizada também ao longo de toda a execução da edificação e no pós obra.

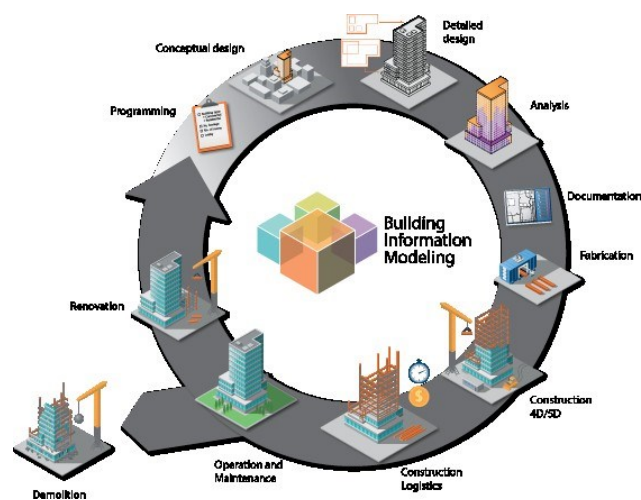


Figura 2. Building Information Modeling.

Fonte: MOSCARDI, 2016

O BIM se inicia ainda na etapa de planejamento e projetos, abrangendo todas as fases como modelagem 3D, orçamentação, programação de obra, execução da construção, sendo aplicado até a manutenção pós-obra e eventuais futuros reforços de estruturas. Possibilita a detecção de equívocos, revisões diversas, integração entre os responsáveis, fazendo com que o resultado final tenha uma maior qualidade (BARISON, 2015).

É baseado em um modelo digital tridimensional que se articula com diversos *softwares*. Através de uma compatibilização e consolidação dos projetos envolvidos, gera-se um banco de dados virtual capaz de demonstrar toda a edificação a ser construída, contendo geometria e informações precisas, necessárias para o apoio das atividades de construção, fabricação e aquisição de materiais, por meio das quais a obra é realizada. Através deste modelo tridimensional, é possível avaliar e detectar erros e defeitos que iriam aparecer apenas após o início das atividades da execução da obra, propiciando assim sua correção de imediato, ainda em campo virtual, proporcionando ganho de tempo, diminuição de retrabalho, maior credibilidade junto ao cronograma inicial e evitando também desperdícios diversos, mostrando-se desta forma, sustentável também do ponto de vista ambiental. Ao longo de todas as fases, o BIM se caracteriza por possibilitar a máxima divulgação de dados entre os envolvidos, de forma a permitir que todos trabalhem de maneira integrada entre si. (KYMMEL, 2008; SOTÉRIO E MACHADO, 2019;).

### **Demandas de mercado e escassez de profissionais**

O uso da plataforma BIM no Brasil data de aproximadamente vinte anos, porém ainda com baixa adesão, tanto por falta de profissionais capacitados, quanto por falta de conhecimento de empresas do mercado (MANZIONE 2016), principalmente se compararmos com países europeus, tais como Inglaterra, ou Estados Unidos e Japão. (RUSCHEL *et al.* 2013).

Em pesquisa realizada pelo Sinduscon (2017) sobre empreendimentos em países da América Latina cujos projetos contaram com aplicação do BIM, foi constatada que sua utilização já pode ser considerada uma realidade, ainda que de modo incipiente, tendo o Brasil e o Chile apresentado os melhores números. Entretanto, a falta de

profissionais capacitados ao BIM ainda é considerada um entrave para sua utilização. A busca por pessoas habilitadas à implantação do BIM em empresas do setor AEC também esbarra no baixo número de consultores existentes, com capacidade técnica suficiente para a implantação do sistema (MANZIONE, 2016). Esta questão tem sido colocada em pauta por diversos atores do mercado e assumiu relevância ainda maior a partir do Decreto nº 9.377, de 17 de maio de 2018, inicialmente substituído pelo nº 9.983 e atualmente pelo de número 10.306, de 02 de abril de 2020, que institui a chamada Estratégia Nacional de Disseminação do BIM, e tem como objetivo promover condições favoráveis ao seu investimento e consequente difusão no país. Faz parte desta estratégia, a introdução de uma exigência gradual quanto ao uso do BIM em editais de obras públicas a partir do ano de 2021, com previsão de obrigatoriedade total no ano de 2028 (BRASIL 2018).

Através do conceito de modelagem da informação, o BIM oferece alternativas voltadas a melhorias e benefícios de gestão em empreendimentos do setor AEC, segundo Manzione (2013). Entretanto, segundo Eastman et. al., (2011), as empresas e profissionais encontrarão dificuldades em sua implantação. Nesta pesquisa foi possível levantar alguns dos principais entraves encontrados, inclusive pelas instituições de ensino, que dificultam a adoção da metodologia.

Para Kassem e Amorim (2015), a inclusão do BIM nas empresas do ramo acarretará uma grande quebra de paradigma na maneira de se trabalhar junto a empreendimentos da construção civil. O processo de inserção e adaptação deverá ser longo, e apresentará algumas particularidades culturais, legais e mercadológicas, assim como ocorreu em outros países.

A partir da identificação do surgimento de demandas para as quais o mercado não está preparado, e da constatação da importância do papel que as escolas de ensino superior podem ter para a preparação de futuros profissionais, capazes de suprir a demanda emergente, o foco da presente pesquisa recai sobre a lacuna encontrada.

O foco da pesquisa versa sobre as estratégias pedagógicas e a organização dos conteúdos que estão sendo aplicadas no ensino e a sua compatibilidade com as dinâmicas de modelagem da informação - articulações e fluxos - necessárias para o ensino e prática do BIM.

O objetivo do trabalho é, portanto, compreender a forma pela qual as instituições de ensino estão lidando com a inserção do BIM no contexto da formação de futuros profissionais. Procurou-se identificar as estratégias que estão sendo utilizadas para ensino e aprendizagem do BIM, a partir de uma investigação sobre a emergência e aplicação das ferramentas do ponto de vista pedagógico, para compreender o grau de maturidade da implantação do conceito.

### **Estrutura do trabalho**

A pesquisa foi desenvolvida em duas partes: a primeira consiste em um levantamento teórico sobre o desenvolvimento do BIM, sua difusão, situando as perspectivas de ensino dentro de concepções pedagógicas e teorias de aprendizagem em suas relações com a prática; a segunda parte diz respeito a uma pesquisa de campo empreendida em Belo Horizonte para verificar o estágio atual de maturidade de implantação do conceito neste contexto.

O primeiro capítulo inclui um levantamento conceitual e histórico que procura apresentar o BIM enquanto conceito que abrange toda a cadeia da construção civil, propondo para isso uma perspectiva que situa o conceito como uma evolução no campo da gestão e integração entre profissionais envolvidos. Apresenta-se sua utilização, a abrangência na cadeia construtiva, os níveis de aplicação, suas fases, e as melhorias na qualidade final dos empreendimentos no setor AEC. Destaca-se ainda os entraves mais comuns sob o ponto de vista de implantação e adequação nas empresas.

O segundo capítulo introduz as questões ligadas a metodologias de ensino, destacando modalidades da pedagogia moderna que dão ênfase à abordagem prática (SAVIANI, 2005) e parecem ter um potencial para o ensino do BIM. Neste sentido, foram apresentadas ideias como a John Dewey, referência sobre o pensamento reflexivo como forma de aprimoramento contínuo para profissionais da educação, e de Donald Schön, que prioriza o conhecimento tácito e entende que a aprendizagem somente acontece quando a assimilação dos conhecimentos pode ser traduzida pela reprodução de determinados comportamentos. Esta proposta é defendida ainda por diversos autores, tais como Perrenoud (2002), Tardif (2003), e Lelis (2001), cujas



ideias são também expostas. Levanta-se ainda a situação atual de desenvolvimento do ensino do BIM, destacando ferramentas de avaliação de desempenho que definem seu estágio de maturidade seja a partir do nível de habilidade cognitiva que os alunos desenvolvem (como a Taxonomia de Bloom e suas adaptações, seja a partir das características da abordagem que a instituição de ensino adota com relação ao BIM (Underwood *et al.*, 2013, Sacks e Pikas, 2013; Olowa *et al.*, 2019). Dentro desta perspectiva, o trabalho destaca um *workshop* realizado em Israel pela *Technion-Israel Institute of Technology (Technion-ITT)*, que foi um dos primeiros e principais fóruns de discussão sobre o ensino do BIM, envolvendo a participação de sete países, incluindo o Brasil. As conclusões deste fórum, realizado no ano de 2011, ainda são consideradas como uma referência sobre o assunto.

A segunda parte do trabalho se inicia com o terceiro capítulo, e propõe a realização de um estudo de caso envolvendo a Escola de Arquitetura da UFMG, com o objetivo de identificar a relação entre as premissas de ensino e as possibilidades da tecnologia BIM, visando conhecer os processos de aprendizagem, as estratégias e ferramentas utilizadas, as dificuldades encontradas, o estágio atual e as possibilidades de evolução.

O capítulo em questão, procura identificar as estratégias que vêm sendo aplicadas para o ensino e aprendizagem BIM nesta instituição. Foi feita uma análise dos Projetos Pedagógicos referentes aos cursos oferecidos, nos turnos diurno e noturno, com foco na estrutura curricular vigente, e nas novas Normas Gerais de Graduação, que oferecem possibilidades interessantes a serem exploradas. Foram também realizadas entrevistas com professores e alunos da instituição, com o objetivo de levantar informações quanto a temas tais como o nível de interesse e conhecimento sobre o BIM qualidade e adequação da infraestrutura existente para o seu ensino, conteúdos oferecidos e sua articulação dentro da matriz curricular, entre outros.

A escolha da instituição a ser investigada recaiu sobre a Escola de Arquitetura da UFMG em função de seu pioneirismo, tradição e prática consolidada no ensino da Arquitetura em Belo Horizonte. O segundo critério foi a viabilidade do presente projeto de pesquisa, considerando as condições de acesso às informações necessárias. Após contato com os responsáveis por disciplinas envolvendo o ensino do BIM nessa escola, identificou-se a possibilidade de coleta de dados para a pesquisa, e procurou-

se ter acesso aos projetos pedagógicos dos cursos. As etapas seguintes incluíram entrevistas não estruturadas e semiestruturadas sobre as questões consideradas relevantes para o trabalho, acompanhamentos e observação de atividades desenvolvidas.

A partir dos dados levantados nos projetos pedagógicos e nas entrevistas foi realizada uma análise sobre evolução do ensino do BIM na instituição, desde a sua implantação, identificando-se o nível de maturidade em que se encontra, para então, compreender quais são as perspectivas para o ensino em suas articulações com o contexto.

### **Metodologia e procedimentos da pesquisa**

A pesquisa proposta foi qualitativa, de caráter exploratório, voltada a levantar informações a respeito do nível de conhecimento e de habilidades cognitivas que o ensino do BIM está proporcionando aos alunos em sua configuração atual. O ponto de partida foi uma discussão focada na consideração de uma prática reflexiva no ensino.

Inicialmente foi feita uma revisão bibliográfica, incluindo a investigação sobre o estado da arte do desenvolvimento do sistema BIM no mundo e no Brasil, os posicionamentos de referência sobre estratégias aplicáveis a seu ensino e aprendizagem, e as possíveis ferramentas que podem ser utilizadas para avaliar o atual estágio de sua adoção e difusão. Em seguida foi realizado um estudo de caso, para avaliar as questões levantadas em um contexto de ensino representativo da situação atual na Escola de Arquitetura da UFMG.

Com relação à investigação focada nas estratégias de ensino e aprendizagem, foram levadas em consideração teorias como a de Donald Schön e John Dewey, baseadas na prática reflexiva. Segundo os autores, a formação ideal do docente se baseia não apenas em conhecimentos teóricos, mas principalmente em experiências práticas vivenciadas por eles, que possibilitarão uma melhor qualidade de ensino. Junto à experiência profissional, deve haver sempre a reflexão por parte dos professores

sobre ações praticadas frente a problemas cotidianos. Para Schön (1992) os profissionais devem sempre buscar a reflexão de suas ações como forma de se auto avaliar, por exemplo, frente a soluções encontradas para problemas cotidianos em sala de aula, ou mesmo, após o término da aula, para se certificar de que a solução encontrada tenha sido a mais adequada.

No que diz respeito à avaliação do ensino, diversos pesquisadores (BARISON; SANTOS, 2014; SACKS, PIKAS, 2013; SUCCAR, SHER, WILLIAMS, 2013, SAIDO *et al.*, 2015) fazem referência à Taxonomia de Bloom, elaborada em 1956, que situa os objetivos de aprendizado em seis níveis - conhecimento, compreensão, aplicação, análise, síntese e avaliação - numa evolução gradativa que vai do raciocínio concreto ao abstrato. Os três primeiros níveis correspondem a habilidades cognitivas mais baixas do que os seguintes, crescendo de maneira gradativa (SAIDO *et al.*, 2015). Este estudo considerou a Taxonomia de Bloom e de suas variantes para ajudar a identificar o nível de habilidade cognitiva que o ensino do BIM em sua configuração atual tem proporcionado, procurando identificar a situação observada com relação a uma prática idealmente reflexiva.

Para aplicação específica da avaliação por meio da Taxonomia de Bloom ao ensino do BIM, Barison e Santos (2010) propõem uma adaptação, conforme Anderson *et al.*, (2001), sugerindo os seguintes níveis: Criação, avaliação, análise, aplicação, compreensão e assimilação (lembrança consolidada) (ver Figura 3). A forma como estes níveis são abordados no ensino e nas diferentes estratégias aplicadas foi um dos focos da investigação.




	<b>CREATE</b>	Uses previously acquired knowledge and skills to put elements together to create a new vision, solution, structure or model.
	<b>EVALUATE</b>	Performs judgments based on criteria and quality standards or efficiency and effectiveness.
	<b>ANALYSE</b>	Divides the information into relevant and irrelevant parts and attempts to understand the relationship between them.
	<b>APPLY</b>	Performs or adopts a procedure in a specific situation and applies knowledge to a new situation.
	<b>UNDERSTAND</b>	Establishes a connection between the new and previously acquired knowledge.
	<b>REMEMBER</b>	Recognizes and reproduces ideas and content.

Fig 3.: Níveis de aprendizado baseados na Taxonomia de Bloom  
(Fonte BARRISON; SANTOS, 2013).

Outra questão-chave levada em conta na pesquisa foi a avaliação das competências existentes para dinâmicas de ensino e aprendizado. Para Succar, Sher, Williams (2013), é necessário avaliar as competências em vários níveis. Inicialmente, existe a competência do indivíduo; em seguida, no caso dos grupos, que não têm necessariamente um objetivo em comum e cujo desempenho é aditivo, a competência é a soma das competências individuais. As equipes, por sua vez, possuem um objetivo em comum e devem agir de forma sinérgica - de maneira que a sua competência deriva da combinação das competências individuais. Por fim, os autores incluem também as potencialidades de *clusters* de organizações unidas temporariamente na busca de um propósito (ver Fig 4).

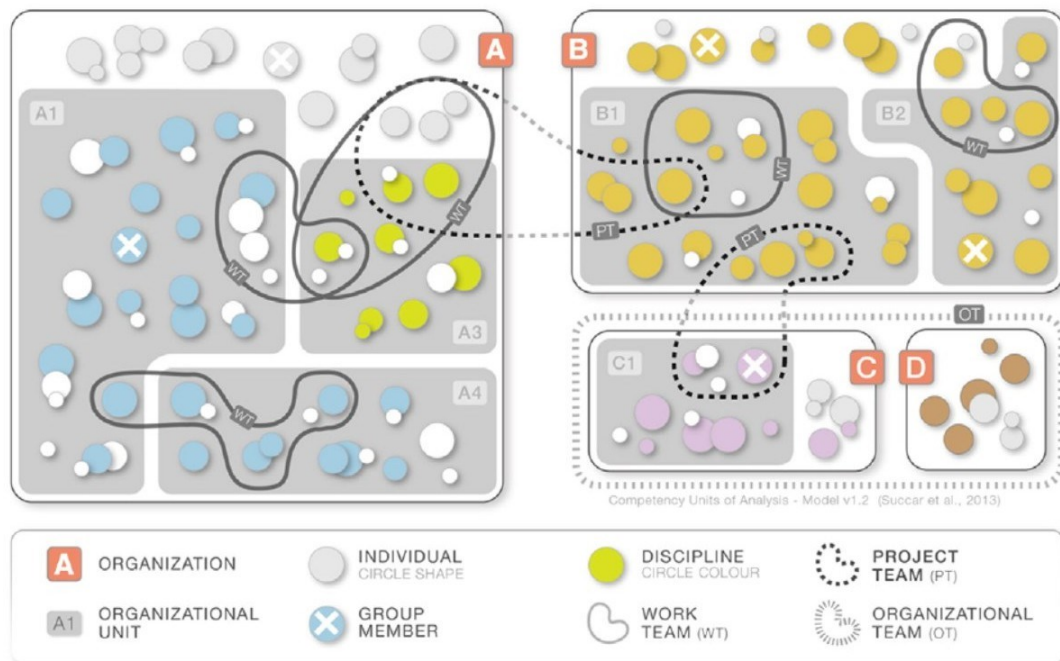


Fig. 1. Units of analysis – knowledge model identifying the units and sub-units.

Fig 4. Unidades de análise –

Fonte: SUCCAR, SHER, WILLIAMS, 2013

A metodologia utilizada na investigação focou, portanto, na articulação destas competências, que se evidencia nos diversos níveis que devem ser mobilizados para a implementação do ensino de BIM. A maior ou menor maturidade destas competências é que define as possibilidades de articulação de estratégias (SUCCAR, SHER, WILLIAMS, 2013).

O estudo de caso compreendeu etapas de levantamentos junto à Escola de Arquitetura da UFMG, com intuito de obter informações sobre a forma pela qual as estratégias de ensino aí aplicadas têm reagido frente à emergência das novas tecnologias, e investigar de que maneira está se adequando na formação de profissionais que deverão atender a uma nova realidade do mercado. As modalidades de ensino foram confrontadas com as possibilidades oferecidas pela instituição.

A escolha da instituição a ser investigada recaiu sobre uma universidade tradicional em função de sua prática consolidada e pioneirismo no ensino da arquitetura. O segundo critério foi a viabilidade do presente projeto de pesquisa, considerando as condições de acesso às informações encontradas. Após contato com os responsáveis por disciplinas envolvendo o ensino do BIM nessa escola, identificou-se a

possibilidade de coleta de dados para a pesquisa, e procurou-se ter acesso aos projetos pedagógicos dos cursos desta instituição. As etapas seguintes incluíram entrevistas não estruturadas e semiestruturadas sobre as questões consideradas relevantes para o trabalho, acompanhamentos e observação de atividades desenvolvidas.

As entrevistas com os professores procuraram levantar questões sobre temas tais como a implantação do ensino do BIM nessa escola, relações de integração vertical e horizontal com outras disciplinas, práticas pedagógicas adotadas, o impacto das novas práticas sobre outras disciplinas, os níveis de integração entre os alunos proporcionados pelas novas práticas, e ainda as dificuldades encontradas na implantação dos novos conteúdos. Foram realizadas também entrevistas com alunos.

A amostragem foi de conveniência, incluindo professores envolvidos com o Núcleo Docente Estruturante (NDE)<sup>1</sup> e professores responsáveis por ministrar as disciplinas de projeto e/ou de apoio ao aprendizado à modelagem. Procurou-se identificar a forma como o ensino do BIM está sendo pensado, o nível de competências cognitivas que estão sendo desenvolvidas e o grau de maturidade do ensino do BIM na instituição. Foram entrevistados também alguns alunos que cursaram tais disciplinas, com o objetivo de analisar sua percepção sobre aproveitamento e ensino. As entrevistas tiveram caráter semiestruturado, a partir da apresentação das questões acima, com objetivo de identificar pontos de vista relevantes e evoluir conforme os aspectos e visões colocados em pauta pelos entrevistados, na tentativa de entender as diferentes perspectivas existentes.

A pesquisa permitiu ainda identificar aspectos tais como a forma pela qual os professores se qualificaram e se prepararam para o ensino e difusão das novas ferramentas de tecnologia utilizadas em todas as fases do conceito (desenhos

---

<sup>1</sup> O NDE tem por objetivos:

- Observar o cumprimento de questões voltadas ao Projeto Pedagógico e às Diretrizes Curriculares Nacionais dos cursos, estando atento às novas possibilidades e demandas existentes, provenientes do mercado profissional, visando uma formação profissional adequada aos estudantes;
- Atuar para que a estrutura curricular vigente esteja sendo seguida, estando atento à eventuais mudanças e alterações;
- Atuar junto aos responsáveis pela graduação, pela extensão a pesquisa e pós-graduação, com o objetivo de promover articulação entre os cursos, conforme cada área do conhecimento.

gráficos, orçamento, planejamento, dentre outros), as estratégias de transmissão de conhecimento tácito que têm sido utilizadas, a articulação do conteúdo BIM com outros conteúdos do currículo; o grau de maturidade da instituição no que diz respeito a este tema; bem como a maneira como os alunos estão desenvolvendo suas habilidades cognitivas.

Os resultados foram apresentados inicialmente de maneira descritiva, organizados a partir do cruzamento das informações obtidas com questões que trazem um nexo explicativo para o observado, a saber: relação entre prática e teoria; impacto da utilização do BIM no pensamento crítico; complexidade e articulação entre disciplinas; impacto da utilização do BIM na organização e estruturação dos cursos; análise do nível de conhecimento dos alunos, segundo Taxonomia de Bloom, proposta por Anderson, Krathwohl e Airasian, no ano de 2001, grau de maturidade da instituição no que se refere ao ensino do BIM; implicações no ensino da concepção e processo de projeto; implicações no ensino da tecnologia da construção, no planejamento e gestão de obras. A identificação destes critérios foi feita a partir da análise dos documentos (projetos pedagógicos, matriz curricular, etc.) e das questões que foram levantadas nas entrevistas.

Foram também elaborados gráficos e tabelas para complementar e facilitar a visualização das características identificadas, acompanhados da respectiva análise.

Os capítulos finais da dissertação focaram na análise dos dados coletados ao longo da pesquisa.

# CAPÍTULO 1.

## BUILDING INFORMATION MODELING: UMA MUDANÇA DE PARADIGMA NO PROJETO E NA CONSTRUÇÃO

*Building Information Modeling* (BIM) é um conceito voltado ao desenvolvimento, uso e transferência de determinado modelo de informação digital referente a um projeto de construção civil, e tem como objetivo a melhoria de seu design, construção e execução, resultando em uma melhor qualidade final do produto (VASCONCELOS, 2019). Sua sigla tem a tradução oficial proveniente da Norma Brasileira NBR 12006-2 (ABNT, 2010). Segundo Eastman et. al (2011) pode ser definido como raciocínio lógico para determinar como e o que será modelado em uma tecnologia construtiva, designando e definindo através de fases, todo o ciclo de vida de um empreendimento, que são: concepção inicial, execução ou construção, uso e operação, manutenção, sendo considerada até a fase de renovação da estrutura.

O BIM tem tido um destaque crescente, atingindo um âmbito maior, e ganhando notoriedade entre os profissionais do setor da construção civil, sendo considerado na atualidade uma das propostas mais promissoras na indústria da arquitetura, engenharia e construção (MANZIONE, 2013). Entretanto, segundo o autor, não se trata de uma novidade. Em 1975, Charles M. Chuck Eastman, professor do *Georgia Institute of Technology*, apresentou um projeto capaz de executar imagens em 2D, além da formação de um banco de dados, sendo possível ainda fazer a análise quantitativa do projeto. O trabalho, considerado um protótipo, foi intitulado como “*Building Description System*” (BDS) (PEREIRA; SILVESTRE JUNIOR, 2018). A terminologia atual, *Building Information Modeling* surgiu da união de outras diferentes interpretações que o original BDS passou a ter a partir de 1980, tais como “*Product Information Models*”, na Europa e “*Building Products Model*” nos Estados Unidos, sendo assim documentado pela primeira vez por Robert Aish, como usamos nos dias de hoje, em 1986 (CODEBIM, 2014).



### **1.1 BIM: Uma plataforma de integração de conhecimento**

O BIM é um processo integrado de conhecimento entre os atores envolvidos, com objetivo de partilhar informações sobre um empreendimento, de maneira que todos possam participar das decisões ao longo da execução do empreendimento (EASTMAN et al, 2011). A premissa básica do BIM é que os envolvidos tenham acesso a todas as informações da obra, de modo que possam ter conhecimento e interagir ao longo de todo seu ciclo de vida, atualizando, modificando ou inserindo dados de modo que executem o empreendimento através de uma cadeia integrada. Esta definição de Eastman et. al., (2011), indica como o projetista deverá pensar no modelo projetado através de ampla visão, e não somente através de uma representação de linhas ou detalhes espaciais em CAD, voltadas para a execução da obra, mas com uma nova concepção que tenha como objetivo esclarecer quais as informações fundamentais desse projeto serão essenciais e claras, para seus gestores, ao longo de sua vida útil, ou ainda quais informações deverão ser consideradas visando uma futura reestruturação ou demolição. Assim sendo, o modelo BIM deverá abranger todas essas informações associadas a cada um dos elementos construtivos, de forma a proporcionar a análise logística, levantamento de materiais e mão de obra necessária, dentre outras utilidades ao longo de todo o processo (ALVES et al., 2012).

Um projeto que possua uma implantação adequada do BIM, certamente contará com diversos benefícios, uma vez que haverá um planejamento apropriado, maior eficácia na análise de cada ciclo a ser desenvolvido, aumento na eficiência construtiva em função de uma análise prévia minuciosa, conseguindo então uma maior proximidade junto ao cronograma inicial, uma vez que os problemas e detalhes serão detectados anteriormente ao início de suas atividades (FERREIRA, 2015). Pode ainda ser considerado como uma grande virtude advinda do processo, o fato de contar com aplicação de novas e poderosas tecnologias digitais, capazes de acelerar e otimizar a construção (KOVALEWSKY, 2017).

Com um modelo de trabalho voltado para uma cadeia integrada entre os envolvidos, todas as informações sobre o empreendimento serão disponibilizadas, de forma a manterem a equipe ciente em todas as fases. Segundo Autodesk (2016), estas

informações são organizadas em um banco de dados, disponibilizando os modelos aos membros individuais da equipe, possibilitando a todos uma forma colaborativa de trabalho, compartilhando em rede arquivos com a utilização de ferramentas de colaboração de projeto. Neste caso, todos os profissionais trabalham de maneira independente em seus projetos individuais, porém de forma integrada aos demais membros da equipe. Assim sendo, a modelagem da informação da construção é capaz de gerenciar as alterações do modelo de cada integrante em um banco de dados através de um local compartilhado central, sendo que diferentes profissionais poderão acompanhar e comparar seus trabalhos com os de outros. Além disso, segundo Manzione (2013), sempre que houver quaisquer alterações feitas por algum dos membros da equipe, estará disponível para os demais, informações sobre o que e quem mudou, e ainda quando tal alteração foi feita, bem como o armazenamento do histórico de todas as mudanças, que ficarão disponíveis enquanto as mesmas forem úteis.

Implantar o BIM em uma empresa ou empreendimento requer planejamento adequado e detalhado, inclusive em relação à forma de trabalho dos profissionais envolvidos, para obterem o êxito esperado (MANZIONE, 2013). Este novo conceito pode ser implantado em várias fases no decorrer de um projeto, mas as ferramentas utilizadas, principalmente as voltadas à tecnologia, como os diversos *softwares* envolvidos, deverão estar sempre atuais, em função da velocidade de inovação. Outro ponto a ser destacado se refere ao investimento em treinamento e custos de implantação, tendo esses valores ligados ao nível de detalhamento que se espera alcançar no processo de modelagem BIM (EASTMAN et al, 2011).

Para Huang (2018), a adoção do BIM na indústria da construção civil nos últimos anos vem se tornando mais que uma simples tendência. Para o autor, a utilização do conceito BIM já mostrou que é capaz de aumentar a qualidade construtiva a níveis bastante elevados, proporcionando empreendimentos de alto padrão de rendimento, não apenas ligados a quesitos técnicos, mas ainda sob pontos de vista voltados a sustentabilidade.

Entretanto, sua implantação requer cuidados que deverão ser minuciosamente identificados, visando um planejamento que proporcione obter ao final, os resultados esperados. Para o autor, vários fatores são considerados como entraves na implantação do BIM no mercado voltado ao setor AEC, tais como a falta de exigência

por parte dos clientes, a falta de incentivo aos profissionais projetistas, a falta de uma devida padronização para seu uso, que dificulta seu melhor entendimento, e ainda o baixo número de profissionais habilitados à utilização do BIM, sendo este um dos grandes obstáculos à sua maior difusão (HUANG, 2018).

Apesar das grandes facilidades oferecidas pelo BIM, é possível notar que o mercado nem sempre o absorve em uma proporção esperada. Através de pesquisa realizada por Barreto et. *al.*, (2016), é possível notar que em muitos casos o conceito vem sendo implantado de uma maneira superficial, introdutória, sem atingir a grande abrangência disponível, desestimulando, portanto, sua utilização. Em alguns casos, segundo os autores, são observados inclusive casos de desistência por parte das empresas que iniciaram o processo de implantação, em virtude da sua grande complexidade, diminuindo, portanto, a procura por profissionais habilitados a seu uso, o que representaria possíveis aumento de custos em relação a contratações. Diversos são os motivos apresentados pelas empresas, tais como dificuldades de acesso a profissionais qualificados, a falta de tempo ou interesse dos mesmos em relação ao desenvolvimento de novas habilidades, ou ainda em virtude dos custos de implantação.

Segundo dados divulgados pela pesquisa, a falta de informação também pode ser levada em conta, uma vez que a maior parte dos profissionais com conhecimento em BIM são aqueles recém formados pelas universidades, principal fonte de referências ao conceito, segundo os autores. Outro fator destacado por Barreto et. *al.*, (2016), demonstrando ainda o baixo número de adesões em relação ao BIM, é o fato de que sua implantação vem ocorrendo apenas em um nível introdutório, abrangendo sobretudo as fases de projetos, em virtude das-facilidades tecnológicas oferecidas.

Apesar das dificuldades que possam gerar baixas adesões ao conceito BIM pelo mercado, Barreto et. *al.*, (2016), mostram que 55% das empresas entrevistadas apresentaram aumento em seus lucros após a sua implantação em seus empreendimentos, sendo que para 47% destas, o aumento no retorno financeiro se deu com menos de 1 ano de sua utilização.

Um dos conceitos fortemente presentes no BIM, diz respeito à troca de informação entre todos os profissionais envolvidos em um empreendimento. Para que isto ocorra, algumas diretrizes devem ser previamente definidas, como forma de desenvolvimento

do projeto. Assim, é criado um arquivo único, contendo todas as informações relativas ao modelo, sendo criado um banco de dados disponível a todos os envolvidos. Ao longo do desenvolvimento do empreendimento, as novas informações deverão ser incluídas, permitindo aos envolvidos o conhecimento geral do modelo a ser criado. A esta adição, é dado o nome de parametrização.

Parametrização, segundo Abanda (2015), é a inclusão de informações e regras que determinam os elementos em um modelo virtual, de forma não redundante e consistente. Portanto é possível atualizar automaticamente todas as pranchas no instante em que há alteração de algum elemento, de forma a facilitar e aperfeiçoar a produtividade dos projetistas. Entretanto, em meio a tantas alterações e informações associadas, é fundamental garantir que, ao longo do fluxo do modelo entre *softwares*, não seja perdido nenhum dado referente ao projeto, garantindo assim a interoperabilidade de maneira satisfatória. Isto posto, nota-se então uma relação de interdependência entre interoperabilidade, a ser comentada a seguir, e parametrização (EASTMAN, 2011).

A construção de uma edificação envolve os projetos e sua execução sendo realizadas por diferentes equipes, tendo cada uma delas suas aplicações computacionais particulares (VASCONCELOS, 2019). Para que a parametrização seja possível, é necessário que os elementos inseridos no banco de dados possam interagir entre si, independente dos *softwares* utilizados serem provenientes de fabricantes diferentes. Isto será possível através da interoperabilidade, que permite a interação entre tecnologias de fornecedores diversos.

A interoperabilidade viabiliza a troca de dados entre diferentes atividades. Desta forma, elimina-se a necessidade de replicação de novas informações, facilitando a automatização da sequência dos serviços, sendo necessário, porém, um maior nível de rigor de modelagem, já que as empresas ainda se encontram em estágio inicial de aprendizagem (EASTMAN et al., 2014).

## 1.2O BIM através de suas Dimensões, Nível de Desenvolvimento (LOD), Plano de Execução (BEP) e IFC

Os projetos desenvolvidos através do conceito BIM não são apenas representações em 3D, mas a modelagem da informação. De acordo com a proposta de cada empreendimento, poderá alcançar diferentes dimensões.

Segundo Addor (2009), o BIM amplia as dimensões de um empreendimento, conforme mostrado na Figura 5. Ainda segundo a autora, a evolução de uma classificação de dimensões para outra superior requer uma nova modelagem de informações, que será essencial para o uso da ferramenta na dimensão seguinte.

<b>DIMENSÕES</b>
• 3D – Em 3 dimensões - largura/espessura/altura
• 4D – Adiciona-se o TEMPO ao projeto (fases/seqüências)
• 5D – Adiciona-se o CUSTO ao projeto
• 6D – Aspecto de Ciclo de Vida da edificação (Proprietários/gerentes de facilities)
• 7D – Sustentabilidade e Controle Energético

Figura 5: Dimensões BIM.  
Fonte: ADDOR, 2009

Em cada uma das fases é importante que haja propriedades individualmente associadas, e uma definição precisa de como os elementos do modelo irão se interagir, destacando, segundo Addor (2009), que os mesmos deverão ser classificados conforme o nível de desenvolvimento de cada elemento, denominado LOD, sigla em inglês para *Level of Development*, em português Nível de Desenvolvimento.

O LOD é um parâmetro utilizado para definir o grau de maturidade do BIM nas diferentes fases do processo. É apresentado através de uma numeração progressiva, conforme Figura 6, indicando em que nível de detalhamento se encontra determinada fase do processo, sendo considerada a progressão numérica de acordo com o

aumento do detalhamento (SILVA, 2013). Existe em todas as fases do BIM, sendo que o nível de informação referente a cada etapa depende da necessidade solicitada. Os três primeiros níveis do LOD são relacionados à fase de projeto, enquanto o quarto nível se refere à construção, e o quinto à operação e manutenção da edificação. Essa estrutura de classificação de componentes e modelos BIM é gerenciada pela organização norte americana denominada BIMFORUM e teve esse conceito criado pelo *Vico Software* no ano de 2008 (VASCONCELOS, 2019). A partir de então, passou a ser desenvolvido pelo subcomitê de tecnologia do Instituto Americano de Arquitetos (*American Institute os Architecture*), com o objetivo de estabelecer de forma clara, o nível de informações gráficas e não gráficas dos componentes do projeto a todos os envolvidos no setor de arquitetura, engenharia, construções e operações (AECO), sendo utilizado desde sua criação como base para coordenação e gestão BIM (BIM Fórum, 2017).

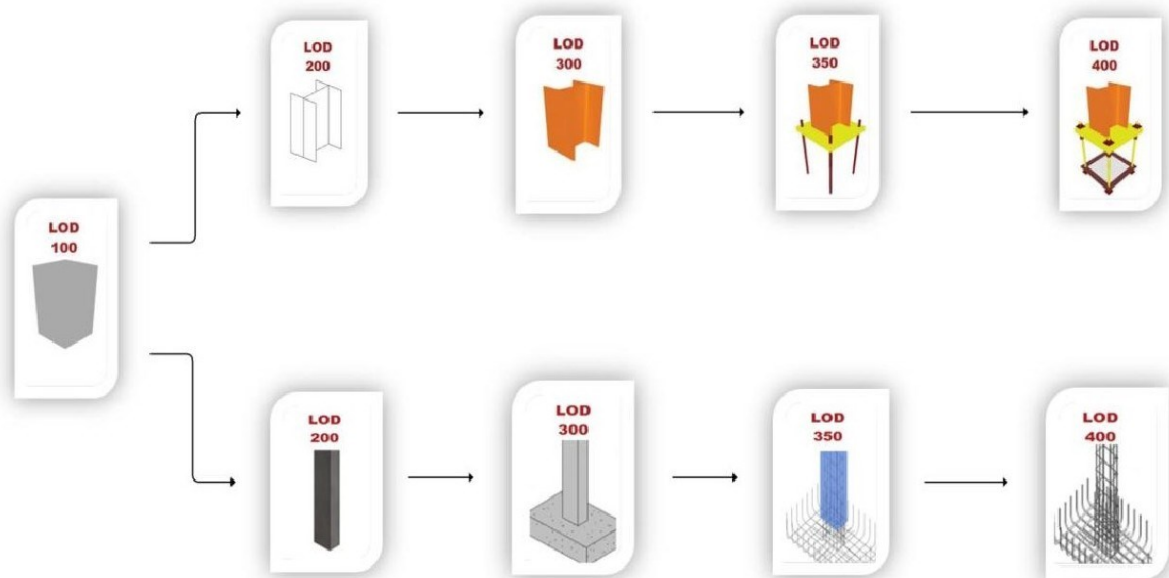


Figura 6: Etapas de LOD para estrutura metálica e concreto armado

Fonte: BIM Fórum (2013)

Entretanto, apesar das facilidades trazidas pelos detalhamentos em seus níveis, o modelo não precisa necessariamente de um elevado nível de desenvolvimento para ser utilizado em uma dimensão superior. O mesmo poderá ser simples e contar com

um LOD baixo, o que não será um empecilho quanto à possibilidade de se fazer o estudo 4D e 5D sobre o empreendimento (KOVALEWSKY, 2017).

O BIM é um conceito focado no planejamento como forma de se executar um empreendimento, com o objetivo de se atingir uma melhor qualidade final do produto. O BEP (*BIM Execution Plan*) é um documento criado para definir previamente os detalhes do empreendimento, tais como cronograma, os parâmetros de projeto, o nível de detalhamento (LOD), dentre outros. Com a utilização deste plano de execução, é possível planejar a implantação do conceito BIM em empresas de empreendimentos no setor da construção civil. Foi desenvolvido pelo *The Computer Integrated Construction (CIC) Research Group* da Universidade Estadual da Pensilvânia, nos Estados Unidos. Tem como objetivo básico ser um guia prático para auxiliar as equipes de projetos em fase inicial de planejamento de suas diretrizes gerais BIM, através de uma breve, porém, essencial estrutura, podendo ainda contribuir para o desenvolvimento dos planos de execução característicos de projetos BIM (CIC, 2011).

No documento CIC (2011), as informações são claras quanto à necessidade de haver um planejamento inicial detalhado e amplo, como premissa básica para a boa implantação do BIM. Assim sendo, esse plano de trabalho tem como vantagens, dentre tantas outras, o fato de que todos os participantes do projeto venham a ter conhecimento das possibilidades e responsabilidades que envolvem o processo de implantação do BIM em um empreendimento pré-determinado (VASCONCELOS, 2019).

Para se trabalhar com diferentes ferramentas em arquivo único, sem a necessidade de atuar com o mesmo *software*, foi criada uma linguagem internacional dos arquivos digitais BIM, denominado arquivo IFC – *Industry Foundation Classes*. O IFC se baseia em conceitos e linguagem *ISO-STEP EXPRESS*, tendo sido projetado com uma estrutura extensível, em virtude de haver como premissa inicial o fornecimento de definições gerais expandidas dos objetos e dados para funções específicas, onde a partir de então fosse possível definir modelos mais detalhados (EASTMAN et al., 2014).

O desenvolvimento do IFC – *Industry Foundation Class* se deu no ano de 1977, pela *buildingSMART International*, quando foi lançada sua primeira versão, denominada 1.0. Até o ano 2000, eram lançadas atualizações anuais (IFC1.5, 2.0 e 2x), sendo que

posteriormente passaram a ter um período mais espaçado. A versão mais atual do modelo foi divulgada em 2013.

### 1.3 Entraves e dificuldades de implantação

A aceitação do conceito BIM no mercado da construção civil representa uma grande mudança no setor AEC, podendo ser considerado uma quebra de paradigma. Vários serão os entraves enfrentados em sua implantação nas empresas do ramo. Isto se deve ao fato de profissionais da AEC já estarem acostumados à sua maneira usual de trabalhar e aos *softwares* que estão familiarizados, tornando mais difícil a aceitação de novidades nesse campo, principalmente em se tratando de profissionais com mais experiência (MANZIONE, 2013). Segundo Eastman et. *al.*, será um grande desafio realizar a transição do CAD 3D para *softwares* utilizados no BIM, unindo a experiência destes profissionais com os recursos oferecidos pela nova ferramenta (EASTMAN et *tal.* 2014). No Manual de BIM (EASTMAN et *al.*, 2014) são encontradas algumas possíveis maneiras de se implantar o conceito, diante deste quadro:

1. “É importante unir os profissionais da construção civil aos jovens profissionais que possuem conhecimento na tecnologia BIM. Além disso, é importante que sejam feitas visitas a empresas que já contam com o conceito, além de participar de seminários e congressos voltados a seu uso;
2. Realização de treinamentos individuais periódicos, semanalmente ou em cronograma similar para os profissionais envolvidos;
3. Realizar treinamentos fora de ambientes de trabalho para as equipes de design, de forma descontraída, buscando melhores resultados (EASTMAN et *al.*, 2014).”

Ainda segundo EASTMAN et *al.*, (2014) outro grande desafio que as empresas terão na implantação do BIM se refere às alterações na composição de trabalho em relação às habilidades técnicas de cada profissional. Os *softwares* BIM farão grande partedo que hoje se denomina trabalho manual, feito geralmente por estagiários e engenheiros juniores. Além disso, o tempo gasto na fase de planejamento será maior que o usual, sendo necessária então uma maior dedicação por parte dos engenheiros e arquitetos seniores nas etapas iniciais de concepção do projeto, conforme Tabela 1 a seguir:



Classe profissional	Horas gastas no projeto		
	Pré-BIM	Pós-BIM	Variação
Principal	32	32	0%
Gestor de projetos	128	192	33%
Arquiteto projetista	192	320	40%
Arquiteto 1	320	192	-67%
Estagiário de Arquitetura	320	96	-233%
<b>Total</b>	<b>992</b>	<b>832</b>	<b>-19%</b>

Tabela

1 - Horas gastas no projeto.

Fonte: Eastman *et. al.* (2014)

Segundo Manzione, (2013), o uso da tecnologia BIM traz inúmeras vantagens ao processo de planejamento, design e construção. Porém, grandes alterações causam transtornos, dificuldades e barreiras a serem superadas, principalmente nas maneiras de os profissionais se comunicarem, se relacionarem e ainda no fechamento de contratos legais. Portanto, na medida em que o BIM oferece novos métodos de colaboração entre os envolvidos, aparecem também novos desafios referentes à formação de equipes efetivas (EASTMAN *et al.*, 2014).

## CAPÍTULO 2. O ENSINO DO BIM: HABILIDADES COGNITIVAS E COMPETÊNCIAS

Neste capítulo, iremos tratar de concepções pedagógicas e teorias de aprendizagem em suas relações com a prática, com o objetivo de auxiliar no entendimento do papel do ensino na formação de profissionais, com foco no BIM para os arquitetos.

Procura-se introduzir as questões ligadas a metodologias de ensino, destacando modalidades da pedagogia moderna que dão ênfase à abordagem prática (SAVIANI, 2005) e parecem ter um potencial para o ensino do BIM. Neste sentido, serão apresentadas propostas como a de Schön, que priorizam o conhecimento tácito e

entendem que a aprendizagem somente acontece quando a assimilação dos conhecimentos pode ser traduzida pela reprodução de determinados comportamentos. Esta proposta é defendida por diversos autores, tais como Perrenoud (2002), Tardif (2003), Lelis (2001), Shigunov Neto; Fortunato (2017), Teixeira (2010), Schimidt (2013), Nóvoa (1991), Zeichner (1993), Gauthier (1998), Feitosa; Dias (2017), Arce (2001), Duarte (2003) e Pimenta (2005).

## **2.1 Teoria e prática: relações pedagógicas e o aprendizado**

O ensino do BIM teve seu início no ano de 2003 nos cursos voltados ao setor AEC, em instituições de ensino estrangeiras (BARISON, 2010). Entretanto, este processo de implantação vem sofrendo modificações ao longo dos anos, não tendo ainda chegado a uma abordagem definitiva.

Diversas são as metodologias de ensino do BIM, sendo que dentre as existentes, se destaca o uso da prática, em conjunto com as modalidades da pedagogia moderna, responsável por absorvê-la através da teoria, com ênfase em “como aprender”, sendo coerente ao lema “aprender a aprender” (SAVIANI, 2005).

Alguns autores (WITT; KÄHKÖNEN, 2019; OLOWA *et al.*, 2019; SACKS, PIKAS, 2013) defendem a incorporação do BIM como ideia central na organização do ensino em instituições e cursos voltados ao setor AEC. Esta proposta tem raízes em uma abordagem mais ampla, que dá ênfase ao conhecimento tácito, a partir de teorias tais como o Pragmatismo de Dewey, que por sua vez, é uma das bases da Teoria de Donald Schön, (SHIGUNOV NETO; FORTUNATO, 2017; TEIXEIRA, 2010, P.33; SCHMIDT, 2013; PERRENOUD, 2002). Estas teorias são voltadas à utilização da prática como ferramenta de ensino para gerar uma dinâmica por meio da qual o professor procura criar condições em sala de aula que possibilitem ao aluno desenvolver seu potencial, em contraste com posturas tradicionais voltadas ao simples repasse de conhecimento previamente adquirido pelo professor (SHIGUNOV NETO; FORTUNATO, 2017). Em sua tese, Barison (2015) propõe a introdução do ensino do BIM em universidades de Arquitetura e Engenharia Civil no Brasil, através de análises de estruturas curriculares, da implantação de conteúdo, além dos entraves apresentados pelas escolas. A autora avalia ainda a evolução do ensino do BIM nas

instituições, identificando os níveis de proficiência em BIM (NPBIM), que servem para indicar o domínio junto ao conceito, seja ele em disciplinas que ofereçam conteúdos em nível introdutório, intermediário ou avançado.

Segundo Dorigon e Romanovsky, (2008, p.21), tanto Dewey quanto Schön são importantes referências no contexto educacional e de preparação de professores, através de suas obras. Esta linha de pensamento traz grandes contribuições para a discussão da importância da prática no processo de aprendizagem, em contraste com o simples repasse teórico entre professores e alunos, fazendo com que ambos adquiram e ampliem o conhecimento em uma relação capaz de transformar o ensinar e o fazer (DORIGON; ROMANOVSKY, 2008, p. 21).

As pesquisas de Dewey são consideradas como referência para a reflexão no conhecimento, existindo em sua obra definições teóricas voltadas ao ensino de reflexão. Ele define o pensar reflexivo como sendo um exame teórico do conhecimento, baseado em argumentos que se sustentam, levando assim a conclusões próprias (ZEICHENER, 1993).

Para Dewey (1959, apud ZEICHENER, 1993) “o conhecimento teórico aliado à reflexão pode trazer bons resultados na solução de problemas cotidianos ligados à educação” (142). Isto pode ser notado em sua obra *How We Think* (1910), em português “Como Pensamos” (1959), considerado um grande marco nas pesquisas instrumentalistas voltadas à educação. Nesta obra, é possível entender como o autor define o pensamento reflexivo. Segundo Dewey (1959, apud ZEICHENER, 1993. p. 105),

“O pensamento reflexivo é aquele capaz de transformar determinada situação cotidiana com características negativas, em que há o aparecimento de dúvidas, inseguranças e eventuais conflitos, em um cenário no qual o final da discussão apresenta características harmoniosas, claras, indicando a todos um resultado considerado satisfatório. Assim sendo, para se chegar a essa conclusão, basta uma reflexão sobre a maneira como o problema se resolveu, sendo então possível avaliar se a situação, inicialmente embaraçosa, se tornou confortável e satisfatória para todos ao final. Para o autor, é fundamental que um indivíduo esteja com a mente aberta a reflexões sobre seus atos, como forma de alcançar uma melhoria cotidiana, não havendo espaços para pessoas que não aceitem um genuíno pensar reflexivo em relação aos fatos que ocorrem em sua volta. “

Desta forma, Dewey nos mostra que o pensar reflexivo apenas se concretizará, caso o indivíduo esteja desvinculado de determinadas condições, capazes de bloquear este

pensamento, tais como crenças, interesses pessoais ou de grupos, ou ainda permitindo que a paixão aja sobre a razão. Pessoas capazes de se utilizar do pensamento reflexivo estarão, portanto, sempre aptas a sair de situações embaraçosas, e torná-las satisfatórias.

Nesta mesma linha de pensamento, destacam-se as colocações de Schön (1992). A convergência de pensamento entre Dewey e Schön é evidenciada através da ideia de aprender fazendo. Porém, para Dewey o conhecimento é consequência da reflexão sobre a ação (após o acontecido), e para Schön, diferentemente, ele é adquirido durante a ação, devendo haver posterior reflexão sobre o ocorrido (ZEICHENER, 1993).

Donald Schön foi filósofo-professor do *Massachusetts Institute of Technology (MIT)*, defensor da teoria de que, mais eficaz que a transmissão de conhecimentos do professor ao aluno, é a criação de condições para o desenvolvimento de seu potencial (CASTRO, CUNHA, MOREIRA, 2020). Ele iniciou suas pesquisas em 1972 no MIT, ganhando rapidamente destaque no meio acadêmico a partir da década de 1980 (FEITOSA, DIAS, 2017).

Temas que o autor desenvolveu como a “reflexão sobre a prática” e “profissional reflexivo” tem ganhado bastante destaque nas últimas décadas, em discussões voltadas ao conhecimento e ao saber, em função de sua importância e relevância em diversas áreas, tais como a saúde e a educação (ERLANDSON, 2014).

Segundo Schön (1995), o ensino comportamentalista (behaviorista) tinha grande destaque na educação norte americana, ao longo da década de 1980. Superar esta linha de pensamento foi seu principal incentivo no desenvolvimento de uma teoria sobre o “professor reflexivo”, pois, para o autor, aquele modelo pedagógico fazia com que o professor fosse apenas um transmissor de conhecimentos adquiridos, resumindo o ensino apenas como modo de racionalidade técnica.

A teoria de Schön pode ser entendida a partir de três ideias principais, tendo como base a prática reflexiva. A primeira delas trata do conhecimento em ação, segundo a qual, na prática do ensino, o professor age de maneira intuitiva, utilizando-se apenas de seus conhecimentos tácitos, adquiridos anteriormente. A segunda diz respeito à “reflexão na ação”, que ocorre quando, em uma situação corriqueira junto a seus

estudantes, o professor é obrigado a pensar em como agir, em um curto espaço de tempo, frente a um problema. Ele deverá pensar rapidamente em busca da melhor solução e, a partir desta experiência, ficará mais maleável, e estará apto a criar novas estratégias em situações futuras. A terceira ideia é a “reflexão sobre a ação”, e se refere à reflexão sobre a ação passada. É uma reconstrução mental sobre a solução adotada, no sentido de entender se haveria uma maneira mais adequada a ser utilizada em uma eventual oportunidade futura.

Para Schön (1987), a busca por uma maturidade pessoal passa diretamente pelo ato de pensar e refletir. Desta forma é possível detectar eventuais falhas de conduta, observando através da reflexão melhores ações a serem tomadas diante de situações profissionais (MEIERDIRK, 2016; FEITOSA E DIAS, 2017).

De acordo com os pressupostos de Schön, o foco no pensamento reflexivo, leva o profissional a sempre buscar por novas maneiras de solucionar dificuldades cotidianas, trazendo a ele uma importante versatilidade que será bastante útil na prática de sua profissão. Podemos dizer então, que a prática reflexiva está diretamente ligada ao processo de auto formação, em função das constantes necessidades de se descobrir novas respostas frente às incertezas profissionais, possibilitando aos profissionais superar suas limitações e deficiências (FEITOSA, DIAS, 2017, p, 18).

Para Schön (1992), os profissionais da educação não estão aptos a lidar com questões voltadas para a reflexão de problemas. Isso se deve ao fato de receberem técnicas e teorias de soluções de problemas equivocados ao longo de suas formações universitárias.

Foi dentro desta perspectiva que o autor Schön (1983), baseado em Dewey (1959), criou a expressão “professor reflexivo”, aquele que, ao invés de trabalhar com respostas prontas, adota uma postura reflexiva quanto à sua prática, avaliando sua relação com os alunos e com o conhecimento, buscando novas soluções na medida em que os problemas aparecem.

A prática reflexiva tem se tornado importante pauta na discussão sobre a formação de docentes, tanto em início de carreira quanto para os mais experientes. A obra de D. Schön, intitulada *Educating the Reflexive Practitioner* (1987) é considerada como um

marco sobre o assunto. A proposta do autor é baseada “na prática e na reflexão sobre esta prática” (SHIGUNOV NETO; FORTUNATO, 2017). O conhecimento é repassado a grupos de alunos com diferentes características, trazendo a ideia de que não há uma solução única para os problemas, mas sim hipóteses que, em conjunto com a prática, podem vir a ser aplicadas, encontrando-se, assim, uma resposta para o problema. Entretanto, existe a possibilidade de as hipóteses não solucionarem a questão, abrindo então a possibilidade de se rediscutir o problema, em busca de novas possibilidades de solução.

Desta forma, o conceito do “professor reflexivo” é fundamentado nesta ideia, que parte do pressuposto da inexistência de uma verdade única, pré-definida enquanto solução para cada problema, no campo da educação (SCHIMIDT, 2013).

Dentro da discussão sobre formação do docente, Schön (1983) apresenta suas contribuições sobre a superação da racionalidade técnica em favor de uma posição reflexiva. No campo educacional, podemos dizer que racionalidade técnica consiste em um modelo de formação profissional no qual é defendida a superioridade dos conhecimentos teóricos frente aos práticos (ROCHA, 2014). Segundo Rocha (2014), este modelo está superado e as mudanças ocorridas no sistema educacional voltado para a docência trazem ao bom profissional a capacidade de solucionar problemas cotidianos através da observação e reflexão.

Para Azevedo e Andrade (2007), as estruturas curriculares existentes privilegiam a formação dos estudantes baseada em conhecimentos teóricos, frente aos práticos adquiridos pelos professores. Pode-se observar que, diferentemente do que propunha Schön (1992), esta transmissão do saber de forma horizontalizada, pela qual apenas a teoria adquirida é levada em consideração, ainda se mostra bastante presente nas estruturas curriculares. Azevedo e Andrade (2007) indicam que nos cursos de formação de professores, a realidade se mostra voltada para uma prática onde a disciplinaridade ainda é fortemente presente, em contraponto à interdisciplinaridade, que possibilita a inclusão da verticalidade, superando então práticas pedagógicas antigas.

Segundo Azevedo e Andrade (2007), a interdisciplinaridade é uma proposta de grande relevância, que pode proporcionar uma importante ligação entre os profissionais de ensino, levando a uma sugestão de reciprocidade e reflexão mútua, em que novas

ideias levam a atitudes diferenciadas diante de dificuldades cotidianas. Desta forma é possível observar uma atitude voltada para a abertura e diálogo. Sob esta ótica, Schön (1983) considera que o professor precisa desenvolver em si próprio ações voltadas para a criticidade e reflexão, como forma de crescimento profissional.

Assim sendo, o conceito pedagógico de interdisciplinaridade estabelece uma relação direta das disciplinas junto à realidade profissional, proporcionando em um processo recíproco, o aprendizado ilimitado, pelo qual diversas ideias e conhecimentos práticos levarão ao crescimento de todos os envolvidos e à verticalização (AZEVEDO E ANDRADE, 2007).

Através destas novas ideias é possível notar que o processo interdisciplinar é fortemente marcado pela reflexão, que, segundo Schön (1983), reflete a relevância do conhecimento e da reflexão para a ação, como linhas pedagógicas modernas.

A grande difusão das ideias de Schön, ocorrida na década de 1980, pode ser considerada como fator de forte influência na consolidação do profissional reflexivo, frente ao modelo baseado na racionalidade técnica. Segundo Campos e Pessoa, (2003, p.191), neste sentido, Schön foi um grande crítico do tecnicismo, tendo sua opinião sempre pautada na busca por uma formação voltada à pesquisa de sua prática e ao diálogo, propondo a reflexão coletiva e cooperação como solução para os diversos problemas da profissão.

Assim, para Schön (1987), o profissional de ensino deve estar constantemente refletindo sobre sua prática, de forma a manter também a teoria com ferramenta de transmissão do conhecimento, sem que seja este um recurso único. Assim sendo, além de atuar como transmissor de conteúdo, o profissional reflexivo deverá ter ampla consciência sobre sua atuação, repensando a prática da docência de forma a sempre buscar novos caminhos que o levem a uma melhor atuação profissional.

Os pressupostos de Schön e temas como a conduta reflexiva e o conceito de reflexão, passaram a receber atenção de alguns autores (CONTRERAS, 1997; GARCIA, 1992), através de pesquisas e trabalhos voltados à educação, por meio das quais apresentaram novas visões ligadas à concepção, diversidade metodológica, finalidades e possibilidades de resultados.

Dentre os autores que defendem esta teoria, destaca-se Philippe Perrenoud. Perrenoud (1999) entende que a ação reflexiva é inerente ao ser humano, e que ocorre em situações em que haja algum tipo de desconforto, ou quando há dificuldades diante de algum fracasso, frente a um obstáculo a ser superado ou mesmo na eventualidade de aparecer um problema que exija a tomada rápida de uma decisão. Nestas situações, segundo o autor, a reflexão aparece de forma instantânea, como ferramenta de busca pela superação das adversidades. Entretanto, Perrenoud (1999) ressalta que a adoção contínua da prática reflexiva, não limitada a situações emergenciais, irá possibilitar ao profissional desenvolver seu trabalho de maneira ainda mais satisfatória, tornando-se uma grande aliada na busca por uma melhor qualidade no exercício da atividade.

Perrenoud (1999) destaca que a prática reflexiva deverá se tornar constante, pois através de sua utilização, o profissional desenvolverá novas habilidades que se mostrarão úteis não apenas na solução de problemas, mas ainda na busca por uma melhoria técnica pessoal. Assim sendo, segundo o autor, a prática deverá fazer parte de uma rotina, a ser composta por métodos tais como observação, memorização, escrita, análise pós-compreensão, culminando em uma melhor capacidade de escolhas de novas e acertadas opções.

Para Perrenoud (1999), a adoção da prática reflexiva será útil ainda para moldar a identidade profissional de cada professor. Desta forma, ao invés de ser formada apenas em função do conhecimento teórico, passará a ser construída junto a uma identidade própria, moldada em função das experiências cotidianas vividas, que serão influenciadas pelo ambiente ao seu redor, pelas pessoas, sejam profissionais parceiros ou mesmo alunos, pelo estabelecimento que frequentam e ainda pelos próprios obstáculos encontrados (PERRENOUD, 1999).

Perrenoud foi um dos autores que influenciaram as teorias voltadas ao saber docente no Brasil a partir da década de 1990. Outras influências importantes foram Tardif (2002), Zeichner (1993), Nóvoa (1991), dentre outros. Estes autores defendem a ideia da autonomia docente, segundo a qual as decisões devem ser tomadas de forma consciente em questões voltadas ao ensino e aprendizagem.

Seguindo a linha dos pressupostos de Schön, Tardif (2002), um dos primeiros a tratar do assunto no Brasil, segundo Feitosa e Dias (2017, p.15), afirma que o saber de um



professor deve ser estudado a partir de uma conjuntura, dentro da qual devem ser considerados seus conhecimentos adquiridos e sua prática cotidiana, em conjunto com fatores não menos importantes e indissociáveis, tais como as realidades sociais, organizacionais e humanas nas quais cada professor se concentra.

Assim sendo, segundo Tardif, (2002) não se pode falar do saber, separadamente de questões relevantes sobre o contexto do trabalho. Isto se deve ao fato de o conhecimento adquirido por um professor ser sempre único, no sentido de estar diretamente associado a experiências próprias vividas por cada um, bem como a sua história profissional, além de acontecimentos marcantes de sua carreira, que nunca são exatamente iguais aos de outro indivíduo. Daí advém a importância de se estudar o saber de forma conjunta a elementos pessoais de cada professor.

Para Tardif (2002), podem ainda ser considerados como fatores que constituem o saber, sua formação, a convivência social, as práticas profissionais, além de uma pedagogia institucionalizada. Todos estes itens são responsáveis pela formação profissional deste professor. E assim, por serem indivíduos singulares e diferentes, toda esta carga de experiência adquirida individualmente, leva da mesma forma a saberes individuais, pois as assimilações de cada um sempre serão individuais.

Os saberes dos profissionais de ensino são adquiridos através do conjunto dos conhecimentos assimilados ao longo dos anos, em uma ação temporal. Tardif (2000) esclarece esta teoria através de três sentidos. Inicialmente, ele destaca o conhecimento proveniente da vida pessoal de cada um, segundo Butt e Raymond (1989, apud Tardif 2000), recebido por meio de “aprendizados provenientes de outros professores, que contribuíram para moldar sua característica própria, sempre ligada a saberes que lhes foram transmitidos ao longo de sua vida escolar”. Desta forma, os professores sofrem forte influência de conhecimentos anteriores, que carregarão ao longo dos anos, durante sua prática docente. Apesar de posteriormente passarem por inúmeras outras experiências, tais como cursos profissionalizantes, as crenças adquiridas anteriormente permanecerão enraizadas, sem apresentarem grandes alterações. Assim sendo, toda a bagagem adquirida inicialmente acompanhará o profissional, inclusive em situações cotidianas de busca por soluções de problemas a serem enfrentados.

O segundo ponto que leva à definição do saber profissional como sendo temporal é o fato de que o sentimento de competência, bem como de se estabelecer uma rotina de trabalho provém diretamente dos primeiros anos de atuação como professor. Segundo o autor, é no início de sua vida profissional, muitas vezes através da tentativa e erro, que as pessoas irão adquirir o embasamento necessário para a prática individual. Assim sendo, para cada dificuldade encontrada, haverá uma nova ação, na busca por mostrar a capacidade e a competência necessárias para defender seu lugar, bem como a posição que ocupa, independentemente da instituição de ensino em que for atuar.

Por fim, os saberes profissionais são considerados temporais em função de seu acúmulo no decorrer da atuação de um profissional, o que será de extrema utilidade para que cada um se adapte à instituição de ensino em que for atuar. Tardif (2000) destaca que existe nesse contexto um processo de socialização, em que o profissional deverá estar atento à maneira com que um determinado grupo de colegas conduz as situações de rotina, fazendo com que este professor se adapte ao demais, e não o contrário, o que certamente traria um maior grau de dificuldade.

Desta forma, os estudos de Tardif (2002) têm como essência a compreensão do saber do professor, através do conhecimento individual e social, e entre o profissional e o sistema, na busca do entendimento completo de sua natureza social e individual.

Por sua vez, Zeichner, (1993), autor que corrobora com a teoria de Schön, entende que, apesar da grande importância do movimento reflexivo frente à formação de profissionais da educação, é preciso estar atento a possíveis consequências negativas que o mesmo pode trazer. Para o autor, dependendo da base adotada para reflexão, é possível que haja uma falsa ilusão em relação aos benefícios esperados. Assim sendo, a forma como a prática reflexiva vem sendo conduzida em alguns casos, pode levar a quatro abordagens pouco produtivas.

Em primeiro lugar, algumas vezes os professores são levados a seguirem práticas provenientes da reflexão de outros profissionais, em detrimento a suas próprias reflexões, fazendo com que o problema não tenha a solução ideal. Portanto, colocar em prática investigações feitas por terceiros nem sempre é a chave para o problema existente (Zeichner, 1993).

Outro fator destacado por Zeichner (1993) se refere à limitação do processo reflexivo quanto à consideração das capacidades e estratégias do ensino, bem como de uma ausência de objetivos do mesmo. Desta forma, em função da falta de oportunidades dos professores frente à criação de novas ações, a docência se torna simplesmente uma atividade técnica, se limitando apenas à repetição de determinações indicadas por outros.

O terceiro ponto destacado por Zeichner, (1993), sobre a prática reflexiva e formação de professores, diz respeito ao fato dos profissionais concentrarem sua reflexão apenas em sua própria prática e em seus alunos, sem dar importância às condições sociais do ensino, fator de grande relevância e influência nas atividades do professor em sua profissão. Segundo o autor, os professores não podem limitar suas preocupações apenas a reflexões acerca do que ocorre dentro de sala de aula, pois isso pode levar a uma visão bastante limitada, baseada apenas em uma tendência individualista.

Por fim, Zeichner (1993) destaca como entrave para o crescimento profissional através da prática reflexiva, o fato de os professores refletirem seus problemas de maneira individual, e não em conjunto com colegas profissionais. A falta do pensamento social e troca de experiências os privam da visão externa de outros profissionais, que poderia servir como auxílio na busca por respostas frente a problemas diversos. Esse individualismo pode trazer consequências negativas aos próprios professores, por aumentar a dificuldade de acharem soluções para seus problemas levando muitas vezes ao fracasso e a frustrações, ou mesmo a uma situação de estresse para o próprio profissional (ZEICHNER, 1993).

Acerca do desenvolvimento profissional, Nóvoa (1991, p.15) realça as consequências negativas de práticas de formação voltadas a professores de forma individual, que apesar de agregar valores ao conhecimento, trazem também a ideia de isolamento, pela qual os professores apenas atuam como transmissores de conhecimentos produzidos no exercício da profissão. Para o autor, uma formação poderá ser considerada satisfatória, se forem levadas em consideração as dimensões coletivas como forma de complemento.

Merece ainda destaque a necessidade de os professores serem responsáveis pelo próprio crescimento e desenvolvimento, para que possam ser capazes de

implementar políticas educativas satisfatórias. Desta forma, estarão aptos a resolver problemas ou situações que exijam competências e capacidades de autodesenvolvimento reflexivo (SCHÖN, 1990). Nóvoa (1991) destaca a importância da experimentação, da inovação e da busca por novos modelos de trabalho pedagógico, pois assim acredita-se na formação de um profissional articulado, com grandes competências a serem utilizadas nas práticas educativas.

Quanto à formação do desenvolvimento organizacional, McBRIDE (1989) defende que a formação do professor está diretamente ligada ao ambiente da escola. Assim sendo, ambos devem estar conectados ao longo do processo de aprendizado e crescimento, não devendo haver distinção de objetivos e projetos profissionais e organizacionais (apud Nóvoa, 1991).

Para Nóvoa, (1991), a ideia da conexão é fundamental para a formação contínua, mas esse é um quadro que deve ser desenvolvido através da troca de informações e experiências, entre escolas e instituições de ensino superior.

A partir de toda a repercussão que as ideias de Schön (1990) obtiveram, é compreensível que haja novos enfoques sobre o assunto, a partir de pontos de vista divergentes, surgindo então pensamentos críticos, o que inclusive contribuiu para o desenvolvimento do conceito.

Dentre os críticos, Alarcão (2007) sugere a adoção de reflexões baseadas no coletivo, em contrapartida ao individualismo, como atividades institucionais. Desta forma, a autora entende a mudança como sendo uma proposta complementar à teoria inicial. Segundo a mesma, a escola é um local de pensamento coletivo, e assim sendo, capaz de permitir o crescimento de todos os profissionais, que não devem por si só praticar suas reflexões de maneira individual. Outro ponto de vista apresentado por Alarcão (2007) como forma de crítica ao trabalho de Schön diz respeito à proposta de uma equipe de profissionais pensando questões curriculares, sobretudo ligadas ao conteúdo, em contrapartida às posições individuais apresentadas pelo autor.

Em Zeichner (1995), também é possível encontrar pensamentos críticos à obra de Schön (1995). Para o autor, a proximidade de alunos-mestres com bons professores não é suficiente na busca por resultados satisfatórios.

Além disso, para Zeichner (2008, p.538), a grande repercussão da teoria de Schön sobre a reflexividade foi responsável pela criação de um modismo, que contribuiu negativamente para os estudos voltados à formação do educador. Segundo o autor, diversos profissionais adotaram o lema de professor reflexivo apenas com o simples intuito de justificarem seus projetos, sem aplicar a teoria conforme concebida. Isso acarretou em aspectos negativos para um pensamento de grande relevância, causando a perda de seu significado específico.

No cenário nacional, o aparecimento de críticos ao trabalho de Schön (1995) também se tornou uma realidade a partir de obras como as de Arce (2001), Duarte (2003) e Pimenta (2005), segundo Feitosa e Dias (2017).

Na visão de Arce (2001), os pressupostos de Schön (1995) são baseados em uma “pedagogia pragmática associada ao neoliberalismo”. Para o autor, este pensamento remete a uma desvalorização daquilo que é repassado aos futuros docentes, ao longo de sua formação. Desta forma, o futuro docente passa a receber uma preparação incompleta, na visão do autor (apud, Feitosa e Dias 2017, p.24). Esta teoria corrobora com a linha de pensamento de Duarte (2003, p. 602), que faz uma crítica à pedagogia de Schön (2000), segundo a qual a mesma torna o conhecimento escolar em suas vertentes teórica, científica e acadêmica desvalorizadas sob o ponto de vista da aquisição de saberes. Em sua obra fica clara sua posição crítica a Schön (2000), através da afirmação sobre a maior importância dos conhecimentos acadêmicos frente aos da prática, para a formação do profissional docente (apud, Feitosa e Dias 2017).

Ainda seguindo esta linha crítica de pensamento, Pimenta (2005) ressalta o enfraquecimento de questões conceituais sobre a prática docente, sob o ponto de vista do termo “professor reflexivo”. Em sua visão, a solução de problemas cotidianos em sala de aula requer mais que o simples exercício da reflexão. Para o autor, por se tratar de uma prática social, o ensino está diretamente envolvido com o contexto da escola e os contextos socioculturais que a englobam. Desta forma, a reflexão se torna mais completa, por abranger a prática cotidiana da escola junto a contextos socioculturais que a cercam (apud, Feitosa e Dias 2017).

Sobre a proposta de Schön (1995), apresentando a perspectiva sobre a prática na docência, Lelis (2001) levanta a importância de debate sobre a formação de

professores. Conforme o autor, ao longo das décadas de 1980 e 1990, houve uma forte tendência de registro de estudos voltados à formação do profissional de ensino, o que indica a crescente importância atribuída à aquisição de saberes através da prática cotidiana. Segundo Lelis (2001), nesse momento apareceram diversas obras na literatura especializada, mostrando que o pensamento anterior, onde a teoria era considerada como tendo maior importância na formação profissional, deveria ceder espaço à prática, para, através desta conjuntura, permitir ao docente um estágio de maturidade em um nível superior.

Entretanto, apesar de considerar toda esta tendência, Lelis (2001) levanta importantes questões sobre a perspectiva e definição da aquisição de saberes, que deveriam ser discutidas. Para o autor, a dificuldade se encontra no quanto será valorizado o ensinamento prático, frente ao teórico, de forma a atingir um nível que possa ser considerado ideal.

Estes conceitos trazem um potencial promissor, a ser investigado para a aplicação no ensino do BIM.

Assim os pressupostos e ideias de Schön e Dewey e seguidores podem vir a ter grande utilidade na implantação do ensino do BIM em uma instituição de educação. Para Schön (1983), aliar conhecimentos tácitos à reprodução da prática profissional contribui de maneira positiva na transmissão de conhecimentos. Tanto o autor quanto Dewey se colocam contra o mero repasse teórico de conteúdo, priorizando o incentivo à comunicação entre os envolvidos, acreditando que, desta forma, a troca de informações trará benefícios em termos de aquisição de conhecimentos.

Em relação às 3 principais propostas de Schön (1995) sobre a prática reflexiva, é possível identificar aplicações viáveis quanto à implantação do ensino do BIM. No que diz respeito à primeira proposta, espera-se que o professor se utilize de conhecimentos adquiridos através da prática da profissão, para repassar conteúdos aos alunos, ou mesmo solicitar aos mesmos a execução de trabalhos sobre temas relacionados ao setor AEC. É possível que ainda surjam, em parte dos alunos, dúvidas sobre a execução das atividades desenvolvidas. Neste momento, de acordo com a segunda proposta Schön, espera-se do professor uma rápida reflexão, que resulte em estratégias que estimulem os alunos a analisar a situação e a lidar com as dúvidas emergentes de forma reflexiva, dando continuidade ao trabalho executado naquele

momento. Finalmente, cabe ainda ao professor abrir espaço para discussões sobre o trabalho proposto, após seu término, aplicando a prática reflexiva.

É possível observar que a reflexão preconizada por Schön é potencializada na ideia de trabalho em equipe, que permite uma ampliação da reflexão, por meio da comunicação e troca de experiência entre alunos, e entre alunos e professores.

Conforme havia colocado Azevedo e Andrade (2007), a ideia da interdisciplinaridade, associada à reflexão e à valorização do conhecimento prático a ser repassado aos estudantes através da relação verticalizada favorece a relação ensino/aprendizagem, podendo, portanto, ser aplicada sob grande proveito ao ensino do BIM.

O conceito do BIM está baseado em uma nova maneira de atuar, pela qual os atores envolvidos podem expor suas ideias de maneira integrada, colaborando diretamente na solução dos problemas cotidianos, proporcionando assim um crescimento mútuo, beneficiando todos os envolvidos.

## **2.2 Ensino do BIM: instrumental ou articulador do currículo?**

O BIM hoje ocupa um importante lugar em assuntos voltados a arquitetura e construção civil. Várias escolas já começaram a implantação de seu ensino em suas estruturas curriculares (BARISON e SANTOS, 2014). Paralelo a esta tendência, o mercado de trabalho vem apresentando uma crescente evolução em relação ao desenvolvimento de projetos utilizando a tecnologia BIM, o que conseqüentemente acarretará uma busca por profissionais habilitados ao seu uso. Visando à preparação dos futuros profissionais, as universidades passam a ter importante papel na preparação e capacitação de seus alunos, que por sua vez serão os futuros profissionais a atender a esta demanda de mercado (BARISON; SANTOS, 2011).

### 2.2.1 BIM x Mercado

Diversas empresas estão buscando nos profissionais, habilidades necessárias ao desenvolvimento de projetos voltados ao setor AEC que contemplem a utilização do BIM. Segundo os autores, as universidades brasileiras estão buscando atender a estas demandas, através da implantação do ensino do BIM. Assim, é inquestionável que o futuro do setor AEC deverá passar pela utilização deste conceito, e que as universidades possuem papel preponderante na preparação e formação dos futuros profissionais.

Em pesquisa realizada sobre a relação do ensino com o mercado, Barison (2015) analisa 113 textos extraídos da internet, escritos por autores que atuam em empresas do setor AEC, localizadas nos Estados Unidos, com o objetivo de conhecer as principais competências demandadas por aquele mercado para os profissionais do ramo. A partir desta análise, foram detectadas 12 especialidades BIM requeridas, divididas em 4 diferentes contextos, aqui identificados como:

- Empresas do setor AEC
- Empresas de desenvolvimento de *softwares*
- Empresas prestadoras de serviço de consultoria
- Ambientes de construção virtual

Sacks e Pikas (2013) são outros autores que também apontam a grande necessidade de implantação do ensino do BIM em instituições de ensino superior, em função de sua importância junto ao mercado de trabalho do setor AEC.

Na medida em que o BIM vem sendo implantado nas empresas do setor AEC, nota-se uma tendência em relação ao seu crescimento nesta indústria, devido às melhorias construtivas oferecidas através de seus conceitos inovadores. Entretanto, sua adoção em maior intensidade pode ser prejudicada em virtude da falta de habilitação necessária aos profissionais que atuam neste ramo. Assim sendo, a falta de uma política de inserção do ensino do BIM nas universidades pode acarretar em significativos entraves no desenvolvimento da indústria da construção civil, em se tratando de projetos que atuam junto a este conceito (OLOWA *et al.*, 2019). Para os autores, o sucesso na implantação do BIM nas estruturas curriculares das universidades de arquitetura, engenharia e construção (AEC), é visto como uma



oportunidade de habilitação dos futuros profissionais do setor, passando a ser responsável por alavancar sua utilização nesta indústria, em maior escala.

Huang (2018) ressalta a importância da implantação do ensino do BIM nas universidades e instituições de ensino superior que ofereçam cursos voltados ao setor AEC, como meio de suprir demandas existentes, que irão auxiliar na disseminação e padronização deste conceito. Desta forma, existem vários estudos que indicam a importância de sua implantação nas estruturas curriculares das escolas, alguns inclusive contendo novas ideias de planejamento de inserção. Entretanto, para o autor, nenhum deles apresenta um nível de detalhamento e abrangência satisfatório para treinar as habilidades que os alunos, futuros profissionais, necessitarão quando ingressarem no mercado de trabalho (HUANG, 2018).

Para uma melhor compreensão desta tendência, buscamos investigar, a partir de uma revisão bibliográfica, a forma pela qual o BIM tem sido inserido no cotidiano das instituições de ensino.

### **2.2.2** Primeiras discussões ampliadas: o Workshop de Israel

Em virtude da relevância do assunto, foi realizado no ano de 2011, em Israel, um fórum com questões ligadas às estratégias de ensino do BIM a serem adotadas pelas universidades. Este *workshop* foi realizado pela *Technion-Israel Institute of Technology* (Technion-ITT), sendo reconhecido como um marco sobre o assunto, e tendo suas conclusões consideradas como atuais até os dias de hoje (GASPAR; MANZIONE, 2015). Na ocasião foram mapeados os principais problemas a serem considerados como entraves junto ao oferecimento do ensino do BIM pelas universidades. Dentre eles, foi observada a necessidade de se determinar quais serão as habilidades a serem desenvolvidas pelos alunos nos níveis de Graduação, Pós-graduação e Educação Contínua, necessárias ao futuro profissional, quando forem ingressar no mercado de trabalho. Posteriormente foi detectada a necessidade de se planejar o conteúdo e a forma como o mesmo será oferecido, estipulando metas a serem alcançadas. E por fim desenvolver a estrutura curricular a ser oferecida pelas instituições de ensino, junto a definições de parâmetros de avaliação do curso (GASPAR; MANZIONE, 2015).

O *Workshop* Internacional de Educação BIM de Israel contou com a presença de sete países, entre eles Brasil, Chipre, Estônia, Israel, Noruega, Portugal e Estados Unidos,

sendo representados por doze universidades, e tendo como objetivo a busca por um procedimento adequado à oferta do ensino do BIM. Na ocasião, houve o entendimento de que, apesar de não haver uma única maneira de se introduzir o ensino do BIM, as instituições de ensino superior devem sempre passar por um período de planejamento inicial, que irá variar conforme a realidade enfrentada por cada universidade.

Segundo as conclusões do *workshop*, após o período considerado como introdutório, onde o aluno deverá adquirir habilidades necessárias para representação com aquisição de um maior grau de maturidade pela instituição, o ensino do BIM deverá atingir uma maior abrangência dentro do curso, procurando buscar uma ligação entre as disciplinas existentes e, posteriormente, ao final do curso, preparar os alunos para estarem aptos a questões voltadas à prática profissional, desenvolvendo nos mesmos as habilidades necessárias para que, futuramente, possam atender às demandas exigidas pelo mercado de trabalho (PIKAS et. al., 2013).

Preferencialmente deverá ser introduzido em escolas que ofereçam cursos voltados ao setor AEC, de maneira gradativa, para que aos poucos, conforme o nível de maturidade atingido, o conceito vá se ampliando dentro da estrutura curricular existente, atingindo maior abrangência. Assim sendo, segundo Gaspar e Manzione (2015), houve o entendimento que inicialmente o BIM deve ser introduzido em cursos já existentes, com currículo já definido, buscando disciplinas que apresentem conteúdo voltado à indústria da construção civil, de maneira que possa ser ensinado tendo em vista situações em que poderá ser utilizado profissionalmente.

Em relação ao conhecimento sobre práticas operacionais do BIM, onde os alunos terão contato inicial com a tecnologia, é possível que as universidades ofereçam este ensino aos alunos. Entretanto, muitas vezes os próprios estudantes o fazem de forma autônoma, por iniciativa própria, uma vez que há grande disponibilidade de informações sobre *softwares* que compõe a cadeia BIM, com acesso gratuito e fácil para todos (SACKS e PIKAS, 2013). Porém os autores salientam que o BIM não deve ser ensinado apenas como mais uma ferramenta de informática, pois seus conceitos vão muito além disso, com temas voltados para questões consideradas fundamentais para seu abrangente funcionamento, tais como organização, planejamento, troca de informações e noções aprofundadas sobre gestão. Assim sendo, é fundamental que haja integração entre as disciplinas voltadas ao setor AEC, que envolvam abordagens

de conceitos de estrutura, materiais de construção civil, orçamento e planejamento, dentre outros (BARISON e SANTOS, 2010).

Após as conclusões do *workshop* realizado pela Technion-Israel Institute of Technology (Technion-ITT), é importante seguir algumas premissas que serão fundamentais para se introduzir o ensino do BIM com um bom nível de qualidade. Estes conceitos vêm sendo utilizados até os dias atuais pelas instituições de ensino, desde a conclusão do *workshop*. Desta forma, destaca-se a importância de se avaliar o grau de maturidade das universidades a respeito do ensino do BIM, analisando também o nível de aprendizado dos alunos.

### **2.2.3 A transição do ensino: ruptura ou adaptações incrementais?**

Para Barison e Santos (2014), a importância do ensino do BIM tem se mostrado cada vez maior, levando as escolas cada vez mais à sua implantação em seus currículos. Entretanto, os responsáveis têm esbarrado em estruturas curriculares bastante sobrecarregadas, havendo pouco espaço para introdução de novas disciplinas, optando então por distribuir os conteúdos BIM em disciplinas já existentes (BARISON e SANTOS, 2014).

Apesar das dificuldades, Barison e Santos (2015) apontam a grande importância de se estruturar o ensino do BIM nestas instituições, incluindo, se necessário, reformulações em suas estruturas curriculares, como forma de se oferecer conteúdo que possibilite o aprendizado dos principais conceitos BIM, com temas voltados à interdisciplinaridade, trabalho em equipe, e troca de informações (BARISON e SANTOS, 2015).

Assim sendo, os autores sugerem a inserção de alguns temas em disciplinas existentes, tais como ferramentas BIM voltadas à representação gráfica, ou ainda de determinados conteúdos teóricos BIM, em disciplinas sobre tecnologia da construção. Posteriormente, em se tratando de conteúdo mais aprofundado, os autores propõem a transformação de disciplinas já existentes em específicas BIM, que sofreriam alterações em suas ementas iniciais, havendo assim uma atualização junto a seu conteúdo. Entretanto, BARISON e SANTOS (2015) reforçam o fato de que tal

alteração apenas será possível caso haja real interesse dos professores envolvidos, percepções exatas em relação à importância do BIM, além da noção sobre as dificuldades e obstáculos que tal mudança acarretaria. Portanto, segundo os autores, caso todos estivessem imbuídos da intenção de fazer tal alteração, a integração entre os diversos temas oferecidos em suas disciplinas seria possível, possibilitando aos alunos o conhecimento prático dos principais conceitos BIM.

Vários autores entendem que, para que seja possível alcançar bons resultados no ensino, é imprescindível que haja um planejamento que vise implantar a integração entre as disciplinas que abordem o BIM. Para Solnosky *et. al.*, (2015), a maioria dos casos de implantação do ensino envolve um início baseado na inserção do BIM em disciplinas existentes, vindo a atingir um nível de maior destaque a partir do oferecimento de disciplinas específicas, passando, no estágio mais avançado, a implantar as noções de integração entre todos os temas voltados à construção civil.

O ensino do BIM também pode ser introduzido a partir de uma reestruturação de todo o currículo em torno das possibilidades de articulação que ele proporciona

Estas diferentes abordagens se materializam a partir da combinação de duas estratégias diferentes: a oferta de novas disciplinas específicas sobre o BIM e a introdução do conteúdo em disciplinas já existentes.

Assim, a implantação do BIM no currículo das escolas vem ocorrendo principalmente a partir da sua inserção em disciplinas existentes. Para Barison (2015) é possível implementar o ensino do BIM nas universidades sem a necessidade da criação de novas disciplinas em suas estruturas curriculares. Para a autora é possível aproveitar aquelas já existentes, como forma de introduzir o novo conceito. Assim sendo, podem ser feitas inclusões sobre o BIM diretamente em disciplinas que tratem de assuntos relacionados ao setor AEC.

Também para Gaspar e Manzione (2015) é possível ministrar o ensino do BIM de forma autônoma, sem que haja inclusão em disciplinas curriculares.

Entretanto, para Olowa *et. al.*, (2019), para que se possa considerar que um nível satisfatório foi atingido, deve haver a integração entre disciplinas voltadas à indústria da construção civil, seguindo então os preceitos adotados no desenvolvimento profissional.

Autores como Saviani (2005); Barison (2015), WITT; KÄHKÖNEN, 2019; OLOWA *et al.*, 2019 SACKS e PIKAS (2013), destacam a necessidade de um planejamento adequado, uma vez que não há uma abordagem metodológica considerada ideal ou única, frente ao ensino do BIM. Cada escola deverá avaliar a melhor estratégia de inserção neste conceito em sua estrutura curricular, seja através de novas disciplinas, seja com reaproveitamento daquelas já existentes.

Para Barison (2015), também fica claro não haver uma única metodologia que possa ser considerada ideal para o ensino do BIM, talvez em virtude da complexidade e constante evolução deste conceito. Porém, a autora entende que é possível identificar determinadas estratégias metodológicas úteis como o foco em casos reais. Assim, considerando projetos existentes, empreendimentos do setor, ou dificuldades encontradas pelas empresas, as escolas poderão adequar suas metodologias conforme a realidade de cada uma.

Com o passar dos anos, existem casos em que o BIM tem sido oferecido de maneira destacada, através de disciplinas específicas, com a disponibilização de conteúdo com maior abrangência e nível de informação por parte das Escolas (JIM *et. al.*, 2018). Entretanto, para JIM *et. al.*, (2018), as experiências a respeito de integração de disciplinas ainda são consideradas raras.

Alguns autores entendem haver a necessidade de se realizar uma revisão criteriosa na estrutura curricular da instituição, buscando inserir novas disciplinas voltadas exclusivamente ao tema, evitando-se a simples inserção do assunto em disciplinas já existentes, o que diminuiria substancialmente a importância dada a um conceito tão importante. Nesse sentido, Ruschel *et. al.*, (2013) sugerem a criação de eixos verticais e horizontais de conhecimentos ligados ao BIM, seguindo a ideia de cadeia integrada de informação, que é uma de suas características.

#### **2.2.4 Ferramenta tecnológica ou a partir de uma abordagem ampliada**

A introdução do ensino do BIM através de sua tecnologia computacional pode ser um bom passo inicial, uma vez que esta estratégia pode ajudar a ter uma visão que auxiliará os alunos em análises futuras de projetos (SACKS E PIKAS, 2013).

Entretanto, há de se destacar a necessidade de ampliar o ensino do BIM após sua inclusão inicial nas instituições, de acordo com a maturidade atingida, com o objetivo de oferecer conteúdo que seja compatível com a vasta abrangência deste conceito. Peterson et. *al.*, (2011) (apud Sacks e Pikas, 2013) sugerem acrescentar ao conteúdo teórico, conhecimentos adquiridos através da prática profissional, sobretudo para os estudantes dos últimos anos da graduação. Desta forma, eles poderão associar o conhecimento junto a situações cotidianas das empresas, ao conteúdo oferecido nas instituições de ensino, potencializando o aprendizado e se preparando de maneira mais completa para a vida profissional.

O BIM é um conceito bastante complexo, que abrange todo o ciclo de vida de um empreendimento, devendo ser, segundo RUSCHEL et. *al.*, (2013), desenvolvido em conjunto a uma cadeia integrada, com grande troca de informações entre os responsáveis. Para os autores, as instituições de ensino superior são o melhor canal para se habilitar o futuro profissional para seu uso, devendo haver um planejamento voltado para este objetivo. Para isto, é necessário o entendimento de que não se trata apenas de uma mera ferramenta de representação, e que as disciplinas devem oferecer uma visão global, compatível com sua abrangência. O conceito deve, portanto, estar presente em temas oferecidos pelas universidades, ligados diretamente ao setor da construção civil.

Ruschel et. *al.*, (2013) destacam a necessidade de não manter o foco apenas na tecnologia, mas abordar assuntos diretamente voltados à gestão de um empreendimento, seja através de uma abordagem ligada a questões técnicas, seja na de execução de obras, ou na de gestão de pessoas, focando em coordenação, integração e colaboração. Estes itens são de grande importância na implantação do BIM em empresas do ramo, devendo, então, ser abordadas pelas escolas que visam uma preparação completa dos alunos.

SACKS E PIKAS (2013), por sua vez, consideram um grande equívoco a abordagem que coloca a oferta do BIM em um número reduzido de disciplinas, consistindo apenas em um nível básico, de maneira bastante superficial frente a sua enorme complexidade, sendo muitas vezes visto apenas como mais uma nova ferramenta de *softwares*.

### **2.2.5 Ensino na graduação ou como pós-graduação**

Em investigação realizada por Barison (2015) sobre as relações entre o ensino e o mercado, foi concluído que, em virtude da complexidade do conceito BIM, a preparação de um profissional não será completa cumprindo apenas a graduação. A autora coloca como exemplo as inúmeras funções e responsabilidades de um Gerente BIM, que deverá ter amplo conhecimento técnico e prático para desenvolver as competências exigidas pelo cargo, constatando que este saber não será adquirido apenas no curto prazo de duração de um curso de graduação. Para Barison (2015), é necessária uma complementação no ensino, através, por exemplo, do ingresso em um curso de extensão, além de uma pequena, mas importante experiência prática, adquirindo noções importantes de gestão, engenharia civil e arquitetura.

### **2.2.6 Benefícios do ensino do BIM para outras disciplinas**

Outro ponto a ser destacado diz respeito à influência do ensino do BIM nos primeiros anos sobre outras disciplinas oferecidas nos cursos do setor AEC. Para Sacks e Pikas (2013), o ensino do BIM oferecido a estudantes dos primeiros anos, despertou nos mesmos um interesse maior sobre outros temas voltados à construção civil, oferecidos nos anos seguintes. Assim sendo, conceitos presentes no BIM, tais como a ideia de trabalho em equipe, colaboração entre os envolvidos e trocas constantes de informação, foram absorvidos pelos alunos nas aulas de BIM, fazendo com que os mesmos tivessem uma mudança de atitude no desenvolvimento de tarefas cotidianas das outras disciplinas, voltadas, por exemplo, a estruturas, construção civil e materiais, dentre outras. Foi observado assim um maior envolvimento nas atividades e trabalhos de classe (SACKS e PIKAS, 2013).

Para Jim et. al., (2018), diversos autores como Lee e Hollar (2013) e Zhao et. al., (2015), corroboram com a ideia de que o ensino do BIM induz a um ambiente de ensino baseado na colaboração entre alunos, e que estas qualidades não ficam restritas apenas às disciplinas que possuam o BIM como tema, mas todas as demais que são oferecidas, que envolvam temas relativos ao setor AEC.

Assim sendo, esta prática pedagógica junto ao BIM ofereceu a alguns alunos a oportunidade de desenvolverem novas habilidades, tanto em relação à utilização de diferentes *softwares*, quanto à vivência e aprendizagem de novos conceitos, tais como aumento da capacidade de comunicação e melhoria no trabalho em equipe, que podem ser utilizados na aprendizagem de qualquer outra disciplina oferecida nestes cursos. Para o autor, a união destes conceitos, em conjunto com a oportunidade de atuar frente a um projeto real, seguramente proporcionou aos futuros profissionais habilidades que serão requeridas no exercício de suas profissões (Jim et. *al.*, 2018).

Desta forma, o ensino do BIM pode oferecer uma oportunidade de se habilitar os alunos, futuros profissionais, desde a escola, a atuarem de forma conjunta, aprendendo então as noções básicas de trabalho em equipe, fazendo com que já ingressem no mercado de trabalho apresentando significativa mudança de comportamento, em relação à cooperação e comunicação (OLOWA et. *al.*, 2019). Para os autores, isto pode ser considerado como uma quebra de paradigma, em virtude da grande e positiva mudança que irá proporcionar.

### **2.3 Graus de maturidade: o foco nas habilidades dos alunos**

A gradação do nível de habilidades cognitivas a ser demandado no ensino do BIM é uma necessidade amplamente reconhecida por diversos autores

O planejamento necessário para implantar o BIM deve ser baseado em uma implementação gradual, através de etapas a serem vencidas pelos alunos. Assim sendo, segundo Ruschel et. *al.*, (2013), é fundamental que o conceito seja bem assimilado por parte dos professores e responsáveis por este processo.

Para Sacks e Pikas (2013), apesar de a metodologia utilizada no ensino do BIM não poder ser considerada única, apresentando variações de acordo com cada universidade, fica claro que há uma sistemática básica a ser utilizada como premissa pelas escolas que possuem cursos voltados ao setor AEC. Segundo os autores, para alunos dos 1º e 2º anos são necessárias disciplinas focadas no básico da informação, juntamente com a modelagem e conhecimentos tecnológicos considerados básicos. Posteriormente, aos alunos dos últimos anos do curso, seriam oferecidos conteúdos



com maior grau de aprofundamento, cujo foco estaria voltado para as questões de gestão, com uma abrangência maior de controle do projeto, englobando assim todo o ciclo de vida da construção. Ao final da graduação, caso o futuro profissional faça a opção pelo ingresso nesse mercado de trabalho, poderia aprofundar os conhecimentos de maneira mais contundente, através de um curso de pós-graduação, a fim de se tornar mais preparado para exercer o ofício. Assim sendo, Sacks e Pikas (2013) entendem que o futuro profissional não estará sendo preparado apenas para utilizar *softwares*, como vinha sendo até então com o AutoCAD, mas estaria adquirindo conhecimento de aspectos fundamentais, que serão imprescindíveis para um profissional BIM, contando com conceitos voltados à troca de informações e trabalho em grupo, estando sempre em acordo com a colaboração multidisciplinar. Esta gradação na aquisição de habilidades cognitivas por parte dos alunos foi sistematizada por diversos autores tomando como base a Taxonomia de Bloom.

### **2.3.1 A visão pioneira de Bloom**

Dentre as maneiras de se avaliar o grau de maturidade no ensino, destaca-se a Taxonomia de Bloom. No que diz respeito ao BIM é importante salientar que, apesar de haver instituições onde já seja possível apontar o desenvolvimento de habilidades voltadas para o mercado de trabalho, ainda são encontradas aquelas que apresentam os estágios iniciais de ensino, oferecendo apenas conteúdo direcionado às ferramentas de representação, geralmente ligadas à informática (SACKS e PIKAS, 2013).

Desta forma, é possível identificar a existência de diferentes níveis de maturidade em relação ao ensino do BIM, variando de acordo com cada instituição. Uma das maneiras utilizadas diz respeito ao nível de desenvolvimento de habilidades cognitivas dos alunos, que pode ser avaliado através da Taxonomia de Bloom. Considerada uma sistemática desenvolvida com objetivos educacionais, foi desenvolvida por Benjamim Bloom no ano de 1956, em conjunto com pesquisadores de universidades dos Estados Unidos (BARISON e SANTOS, 2010). Dentro desta perspectiva, são considerados seis níveis de maturidade, divididos em: conhecimento, compreensão,

aplicação, análise, síntese e avaliação, onde o grau de maturidade se apresenta de forma evolutiva, sendo os primeiros considerados como de habilidades cognitivas mais baixas que as demais (BARISON e SANTOS, 2010), conforme Figura 7:

**Taxonomia de Objetivos Educacionais de Bloom (Tradicional)**

Capacitação	Definição	Palavras-chave
Informação	Lembrar a informação	Identificar, descrever, nomear, rotular, reconhecer, reproduzir, seguir
Compreensão	Entender o significado, parafrasear um conceito	Resumir, converter, defender, parafrasear, interpretar, dar exemplos
Aplicação	Usar a informação ou o conceito em uma nova situação	Criar, fazer, construir, modelar, prever, preparar
Análise	Dividir a informação ou o conceito em partes visando um entendimento mais completo	Comparar/contrastar, dividir, distinguir, selecionar, separar
Síntese	Reunir idéias para formar algo novo	Categorizar, generalizar, reconstruir
Avaliação	Fazer julgamentos sobre o valor	Avaliar, criticar, julgar, justificar, argumentar, respaldar

Figura 7: Níveis de maturidade Taxonomia de Bloom

Fonte: <http://missglauedu.weebly.com/>

Posteriormente, no ano de 1999, através de estudos realizados por Dr. Lorin Anderson, aluno de Bloom, a Taxonomia recebeu uma versão atualizada, na qual foram reconsiderados alguns fatores voltados ao ensino, que puderam mostrar de forma mais abrangente os níveis a serem considerados. Na nova versão, o autor mostra a importância de se diferenciar o “saber o quê” do “saber como”, implicando em uma mudança que mostra determinados procedimentos considerados importantes na solução de problemas.

A proposta inicial de Bloom, revisada por Anderson et. al., (2001), propõe, portanto, o aprendizado cognitivo através das habilidades de “lembrar, entender, aplicar, analisar, avaliar e criar”, com o desenvolvimento de habilidades que evoluem ao longo do curso, partindo das básicas adquiridas logo no primeiro ano, até um nível de conhecimento elevado, que será ofertado no quarto ano.

Assim, a divisão de níveis que propõe está alinhada com a Taxonomia de Bloom, que servirá de parâmetro para avaliar as habilidades desenvolvidas pelos alunos ao longo do cumprimento de cada etapa, diante da proposta da nova estrutura.

Na nova versão, os níveis foram apresentados da seguinte maneira, conforme mostra a Figura 8:

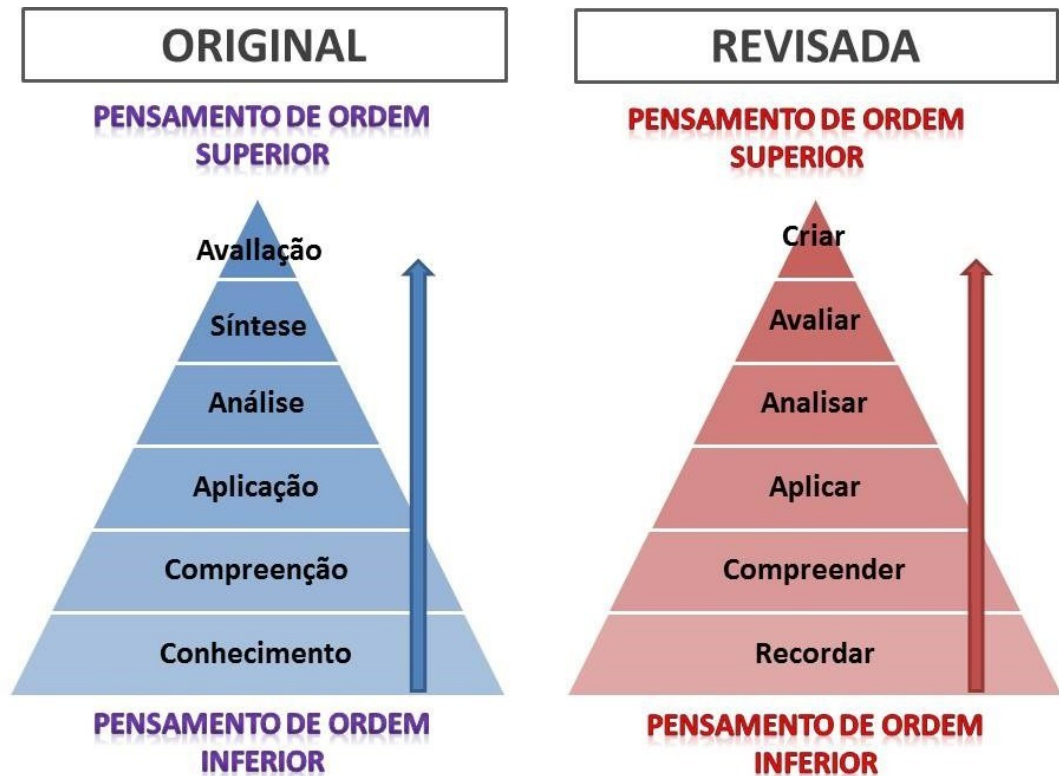


Figura 8: Taxonomia de Bloom revisada

Fonte: <http://missglauedu.weebly.com/>

### 2.3.2 Barison e Santos: da revisão de Bloom ao *NPBIM*

Barison e Santos (2010) foram responsáveis por um estudo realizado sobre a aplicação deste conceito no ensino do BIM, através de pesquisa envolvendo cento e três universidades, sendo setenta e cinco delas provenientes dos Estados Unidos. Para tanto, se utilizaram da versão revisada da Taxonomia de Bloom, utilizando das novas etapas sugeridas. Através deste estudo, os autores puderam identificar três níveis relacionados ao conteúdo oferecido aos alunos, divididos da seguinte maneira:

- Introdutório
- Intermediário

- Avançado

Esta divisão tem como premissa o nível de dificuldade em que o ensino do BIM se encontra nas escolas, fazendo relação direta com a abrangência abordada.

Esta pesquisa tornou possível detectar que o grau de complexidade em que o ensino do BIM se encontra, é diretamente proporcional ao ano em que o aluno está cursando dentro da universidade, mostrando assim uma relação direta entre o nível de maturidade do estudante e a abrangência do conteúdo a ele disponibilizado. Assim sendo, assuntos introdutórios tais como desenvolvimento de habilidades voltadas a representação gráfica, por exemplo, são oferecidos nos primeiros anos, enquanto assuntos mais complexos que envolvam maior habilidade cognitiva são oferecidos nos anos seguintes. Posteriormente, segundo a pesquisa, após cumprir o que foi considerado como ciclo básico, são oferecidos aos alunos conceitos que envolvem maior grau de complexidade, considerados como pilares no desenvolvimento do BIM, tais como troca de informações, trabalho em equipe e noções de gestão, de forma que, ao final do curso, o aluno esteja apto a passar por situações que envolvam habilidades para trabalhar junto a projetos existentes, mantendo inclusive contato com empresas do ramo, muitas vezes inserindo em programas de estágio, onde possam atingir a maturidade plena. Desta forma, poderão desenvolver um maior nível de habilidades cognitivas, que serão exigidas em breve, após a conclusão do curso superior e o conseqüente ingresso definitivo no mercado de trabalho.

Dando seqüência a esta pesquisa, Barison (2015) propôs uma escala progressiva, como estratégia de ensino, capaz de determinar o nível de aprendizagem que cada disciplina irá oferecer ao aluno, que recebeu o nome de “Nível de Proficiência em BIM” (NPBIM). Esta escala permite avaliar se o conteúdo oferecido é capaz de trazer para os alunos o desenvolvimento esperado. Ela permite a classificação a partir de critérios tais como os objetivos a serem alcançados, pré-requisitos necessários, tipos de colaboração, além da avaliação dos projetos a serem desenvolvidos pelos alunos.

Esta escala é sugerida como referência para instituições de ensino que pretendam introduzir o ensino do BIM, definindo em seu planejamento inicial, o nível de proficiência (NPBIM) a ser atingido. Por se tratar de uma escala de caráter progressivo, o NPBIM é fracionado e direcionado a cada fase do currículo. Assim sendo, conforme sugere o estudo, para os 1º e 2º anos da graduação, é oferecido aos

alunos o NP BIM introdutório. Para os alunos de 3º e 4º anos, é oferecido o NP BIM nível intermediário, e para os alunos de 5º ano, ou da pós-graduação, é oferecido o nível avançado, dentro das disciplinas. Através do Nível de Proficiência em BIM, é possível estabelecer uma relação direta entre a preparação de cada aluno frente às reais demandas de mercado oferecidas. (BARISON, 2015)

### **2.3.3 Huang: a correspondência entre uma proposta de currículo BIM e os níveis cognitivos**

Segundo Huang (2018), através de uma taxonomia, é possível disponibilizar o ensino do BIM observando o grau de dificuldade em relação às habilidades oferecidas, agrupando o conteúdo em níveis de dificuldade e complexidade que passariam pela introdução, aplicação, e então a um estágio avançado, sendo oferecido através de disciplinas obrigatórias e optativas, capazes de proporcionar ao aluno uma preparação satisfatória para atender às demandas de mercado.

O autor cita algumas estratégias utilizadas para introduzir o ensino do BIM nos cursos voltados ao setor AEC. Através de seus estudos, ele identifica quatro procedimentos usualmente utilizados pelas instituições de ensino pesquisadas, para oferecerem o ensino do BIM. O primeiro deles diz respeito a um nível básico de desenvolvimento de habilidades voltadas ao uso de ferramentas tecnológicas, tais como representação gráfica digital, comunicação gráfica e tecnologia da informação, onde serão oferecidos os primeiros contatos com a modelagem. Neste caso não são abordados fatores voltados a gestão, troca de informações ou trabalho em equipe, se mostrando então, pouco abrangente. No segundo caso, percebe-se um incentivo por parte da escola para que os alunos busquem conhecimento sobre o BIM através de iniciativa própria, por meio de oficinas de engenharia civil e arquitetura. Esta é uma opção capaz de oferecer aos estudantes um importante contato com diversos recursos oferecidos pelo BIM. Entretanto não se mostra completa, pelo fato de não apresentar todos seus conceitos, concentrando seu conteúdo apenas em tópicos voltados ao *design*, conforme observação do autor. A terceira opção destacada por Huang (2018), diz respeito a um conteúdo mais abrangente do ensino do BIM, feito através da inserção

do conceito em algumas disciplinas já existentes no currículo das escolas. Embora possa parecer uma solução completa, pelo fato de oferecer conteúdo vasto, não se mostra ideal em virtude de muitas das disciplinas não serem específicas sobre o assunto. Desta forma o BIM é visto de maneira bastante superficial, sendo restrito a apenas algumas semanas ao longo do semestre, em função da falta de tempo.

A quarta e última opção, voltada à integração entre disciplinas existentes, parece ser a metodologia mais adequada dentre as destacadas, conforme o autor. Neste caso, a estratégia consiste em fragmentar os conceitos do BIM em tópicos menores, a serem inseridos nas disciplinas que possuem temas ligados ao setor AEC. Desta forma é possível manter uma integração entre estas disciplinas, proporcionando aos alunos um conhecimento mais abrangente sobre o BIM, além de mostrar os principais conceitos que formam sua cadeia, tais como troca de informações e trabalho em equipe. Para Huang (2018), esta inclusão no currículo das instituições se mostra a maneira mais adequada para que a oferta de conteúdo proporcione aos alunos, as habilidades necessárias a serem utilizadas futuramente no mercado de trabalho.

Apesar da conclusão de que a integração pareça ser a estratégia a ser seguida, existem problemas que deverão ser resolvidos, para que este modelo seja considerado como ideal. Segundo o autor, a enorme abrangência do BIM, que ocupa todo o ciclo de vida de uma construção, ainda não foi oferecida de forma ideal pelas instituições de ensino. Desta forma, ele apresenta uma divisão de estrutura em três níveis, a serem inseridos como estratégia de metodologia de ensino do BIM nas universidades. Sua proposta segue os preceitos de Sacks e Pikas (2013), que propõe o ensino do BIM de forma gradual, iniciando-se pelos fundamentos básicos nos primeiros anos, e os demais conceitos apresentados nos anos seguintes, considerando a maturidade da aprendizagem do aluno.

A estrutura em três níveis proposta por Huang (2018) foi considerada para um curso de quatro anos, e consiste em introduzir os principais conceitos BIM em um currículo escolar através da divisão de níveis, de maneira que o grau de informação se torna mais detalhado na medida em que o estudante for progredindo no curso.

O primeiro tópico, denominado Fundamentos, abrangerá disciplinas de todos os quatro anos do curso referido, que estejam ligadas às áreas tecnológicas. Inicialmente, é oferecida aos calouros uma introdução conceitual focada em preceitos

básicos, em função de ser este o primeiro contato com o BIM para a maioria deles. Serão também oferecidas aos alunos iniciantes, as primeiras oportunidades de desenvolvimento de habilidade voltadas a desenhos e leituras de projetos, através da utilização de *softwares* da cadeia BIM. Posteriormente, no segundo ano do curso, os alunos já deverão estar parcialmente habituados a estes programas, e poderão desenvolver habilidades voltadas a desenhos topográficos e componentes estruturais e arquitetônicos. No terceiro ano, serão oferecidas noções de levantamentos quantitativos e análises estruturais. Por fim, no último ano, o aluno aprenderá a modelagem de instalações gerais, programação e visualização 4D, além de uma revisão geral de todos os tópicos BIM. Abaixo Tabela 2 com lista das disciplinas e tópicos abordados:

ANO	TEMAS DAS DISCIPLINAS	TÓPICO BIM ABORDADOS
Calouros	Projetos	Introdução ao BIM, habilidades básicas de modelagem
Segundo ano	Levantamentos	Noções de nivelamento topográfico
	Materiais e métodos	Componentes estruturais e arquitetônicos
Terceiro Ano	Estimativas	Levantamento de quantitativos de material
	Estruturas	Análises estruturais
Último Ano	Sistemas	Sistemas de instalações mecânicas, elétricas e hidráulicas
	Projetos	Visualização 4D
	Projetos avançados	Revisão de todos os tópicos BIM

Tabela 2: Lista das disciplinas e tópico BIM

Fonte: Huang, (2018)

O segundo tópico, denominado Aplicações, contempla a prática de conceitos e preceitos apresentados no BIM. Será oferecido aos alunos do terceiro ano, através de disciplinas que permitam abordar o tema. A metodologia se consiste em proporcionar aos estudantes a oportunidade de resolver problemas reais, inerentes a um empreendimento do ramo. Assim sendo, poderão ser vistos assuntos voltados a temas como logística, digitalização a laser ou ainda a oportunidade de desenvolver habilidades avançadas de visualização e modelagem.

Abaixo Tabela 3 com lista das disciplinas e tópicos abordados:

ANO	TEMAS DAS DISCIPLINAS	TÓPICO BIM ABORDADOS
Terceiro Ano	Pré construções	Logística, Digitalização a laser
	Projetos	Habilidades avançadas de modelagem, visualização

Tabela 3: Lista das disciplinas e tópico BIM

Fonte: Huang, (2018)

No terceiro e último tópico proposto por Huang (2018), denominado Aprofundamento, será oferecida aos alunos a oportunidade de escolher disciplinas específicas sobre BIM, em um nível de aprofundamento maior. Assim sendo, os alunos que se mostrarem interessados em atuar profissionalmente junto ao este mercado, terão a oportunidade de se preparar melhor, através da aquisição de conhecimento mais aprofundado, treinando habilidades mais avançadas, podendo atingir um melhor nível de preparação, visando a inserção neste mercado de trabalho. Esta etapa, considerada mais avançada, será distribuída entre as disciplinas ofertadas nos dois últimos anos do curso, onde serão abordados todos os tópicos BIM, de forma a contemplar toda sua cadeia, proporcionando ao aluno a possibilidade de analisar todo o desempenho de um empreendimento de construção civil (HUANG, 2018). Abaixo Tabela 4 com lista das disciplinas e tópicos abordados:

ANO	TEMAS DAS DISCIPLINAS	TÓPICO BIM ABORDADOS
Terceiro Ano	Todas voltadas ao Setor AEC	Todos os tópicos BIM
Último Ano	Visualização de Design	Acompanhamento em tempo real, Realidade virtual, Visualização de Design
	Sustentabilidade	Análise de Desempenho de Construção

Tabela 4: Lista das disciplinas e tópico BIM

Fonte: Huang, (2018)



Assim sendo, através desta proposta, Huang (2018) acredita estar oferecendo um conteúdo que contemple toda a abrangência fornecida pelo BIM, de maneira gradual e integrada, junto às disciplinas oferecidas por cada instituição de ensino, proporcionando um melhor treinamento aos alunos que se interessarem em ingressar neste mercado de trabalho, se aprofundando melhor no conceito, visando uma melhor preparação.

Para que o ensino se torne mais próximo da realidade de mercado, o autor sugere a utilização de um determinado pacote de *softwares*, oferecido por uma única empresa, que fornecerá tecnologia para toda a cadeia BIM, seja para temas voltados a projetos arquitetônicos, de instalações, topografia, estruturas, orçamento ou planejamento. Não importa qual empresa será a escolhida para fornecer os *softwares*, desde que seja um pacote que ofereça ao aluno seguir uma linguagem única que facilite seu aprendizado. Para o autor, esta é uma simples opção pedagógica, mas que fará bastante diferença no aprendizado dos alunos, que poderão se concentrar em temas específicos do BIM, sem se preocupar em aprender novas linguagens tecnológicas ao longo do processo.

A proposta de Huang está diretamente correlacionada com a Taxonomia de Bloom. Os três níveis de conteúdo oferecidos proporcionam aos alunos diferentes graus de habilidades cognitivas. O primeiro deles, Fundamentos, que abrange todo o curso, irá apresentar uma introdução conceitual aos estudantes, que muitas vezes estão tendo seu primeiro contato com o BIM, além de iniciar os treinamentos de habilidades tecnológicas básicas para futura utilização. Este nível se concentra nas duas primeiras fases da Taxonomia de Bloom, denominadas “lembrar e entender”. Quando o aluno se encontrar no segundo ano do curso, poderá “aplicar” os conhecimentos adquiridos em um projeto onde poderá realizar um levantamento topográfico de um canteiro de obras, por exemplo, aprendendo as primeiras lições práticas sobre a profissão escolhida. No terceiro ano, o aluno terá a oportunidade de fazer análises estruturais e de levantamentos quantitativos necessários a um empreendimento, atingindo o nível “analisar” da taxonomia. Ao final do curso, serão oferecidos conhecimentos relacionados a avaliação de projetos de construção, contemplando temas como orçamento, cronograma e gestão. Esta etapa está alinhada com o grau “avaliar” na escala de Bloom. O nível de Aplicação da estrutura de Huang (2018) está alinhado com o topo da taxonomia, junto ao processo cognitivo de “criar”. Na oportunidade os

alunos terão contato com temas voltados a visualizações diversas, assuntos voltados à logística, além da criação de nuvens de pontos digitalizadas a laser. O nível de Aprofundamento também está ligado à fase “criar” da taxonomia, e é onde os alunos poderão fazer uma revisão de todos os tópicos ensinados, a partir de práticas envolvendo análise de desempenho da construção, visualização de design e realidade virtual (HUANG, 2018).

#### **2.4 Graus de maturidade a partir das características da abordagem que a instituição adota com relação ao ensino do BIM.**

No que diz respeito à maturidade do ensino BIM, existe uma outra perspectiva, que enfatiza as características da abordagem que a instituição adota com relação ao ensino do BIM. Neste sentido tem destaque a proposta de Underwood *et al.*, (2013), retomada por Olowa *et al.*, (2019).

##### **2.4.1 Underwood *et al.* (2103): *habilitação BIM x foco em BIM.***

Apesar de o mercado de trabalho dar sinais de um aumento em relação à incorporação do BIM em empreendimentos do setor AEC, mostrando dentro das empresas do ramo um grau de maturidade crescente ao longo dos anos, Underwood *et al.* (2013, *apud* OLOWA, *et al.*, 2019), concordam com diversos analistas quando apontam que este efeito ainda não é observado, na mesma proporção, nas escolas que oferecem os cursos voltados a construção civil. Para os autores, o BIM ainda é aplicado como uma ferramenta de trabalho, estando ainda à margem dos currículos próprios de cada instituição. Apontam ainda a falta de experiência nas atividades profissionais por parte do corpo docente em muitos os casos, caracterizando a questão como um entrave ao aumento da abrangência que o conteúdo oferece em relação à sua implantação nas estruturas curriculares de cada instituição. Assim sendo, para Underwood *et al.* (2013, *apud* OLOWA, *et al.*, 2019), a formação dos professores deve ser tratada como fator de grande importância na busca por um ensino do BIM de qualidade.

Para os autores, o grau de maturidade da instituição indicará a abrangência nela existente, relativa ao ensino do BIM, e o conteúdo oferecido predominante deve privilegiar “competências práticas”, caracterizadas por desenvolvimento de conhecimentos técnicos voltados ao uso de ferramentas tecnológicas. Entretanto, visando uma boa preparação dos futuros profissionais, é importante que haja conscientização que passa obrigatoriamente pelo ensino de “conhecimentos e a sua compreensão”, abordando temas como colaboração, interoperabilidade, objetos paramétricos, BIM enquanto oportunidades de negócios, dentre outros. Por fim, os autores alertam para a necessidade em um maior nível de maturidade, do ensino das “competências transferíveis”, capacitando os futuros profissionais ao trabalho em ambiente BIM, oferecendo a oportunidade de desenvolver a gestão de projetos, informações, tecnologia e sobretudo, pessoas (*Underwood et al., 2013, apud OLOWA, et al., 2019*).

Entretanto, (*Underwood et al., 2013, apud OLOWA, et al., 2019*) apontam para o fato de que, de acordo com maturidade de cada instituição, os resultados alcançados podem ser diferentes. Assim sendo, há uma diferença entre a “habilitação ao BIM”, e o “foco em BIM”. Para tanto, os autores conceituam o ensino do BIM em três estágios progressivos, que correspondem ao nível de maturidade da instituição:

- 1) Conhecimento do BIM: O primeiro estágio indica um conteúdo básico, que garanta aos alunos estarem cientes a respeito do BIM enquanto novidade para empreendimentos do setor AEC, e as inúmeras mudanças que sua adoção irá proporcionar;
- 2) Focado em BIM: Nesta fase, as instituições instruem os estudantes a respeito da utilização do BIM em suas tarefas, como preparação para a vida profissional;
- 3) Habilitado ao BIM: Neste caso, o ensino é incorporado ao ambiente BIM virtual, mostrando sua abrangência, e o colocando como tema central de aprendizagem.

Desta forma, de acordo com o planejamento inicial de cada instituição, é possível verificar que, quanto maior o grau de maturidade atingido por cada instituição, maior será a abrangência em relação ao ensino do BIM.

#### 2.4.2 Olowa et al.: maturidade da instituição

Para Olowa et. al., (2019), as instituições de ensino possuem importante papel na difusão do conceito BIM junto à indústria da construção civil, uma vez que as escolas são responsáveis pela preparação e habilitação dos futuros profissionais a atuarem em projetos e empreendimentos da área. Entretanto, para que o ensino nas instituições possa ser considerado satisfatório, abrangendo toda a complexidade do conceito, é necessário passar por um bom planejamento inicial, que possibilite uma implantação gradativa ao longo dos anos, com o objetivo de ampliar os ensinamentos sobre o BIM, de acordo com a maturidade alcançada por cada escola. Na visão dos autores, a falta de uma política de inserção do ensino do BIM nas universidades pode acarretar em significativos entraves no desenvolvimento da indústria da construção civil, e assim sendo, o sucesso na implantação do BIM nas estruturas curriculares das universidades de arquitetura, engenharia e construção (AEC), é visto como uma oportunidade de habilitação dos futuros profissionais do setor, passando a ser responsável por alavancar a utilização do conceito nesta indústria, em maior escala.

Para explicar o que denominam como estágio incipiente do ensino, os autores citam a falta de maturidade das instituições de ensino, o baixo número de professores com experiência em BIM, e ainda, a falta de comunicação e integração entre os docentes destas disciplinas. Superar todos estes obstáculos é de fundamental importância, uma vez que este parece ser o caminho ideal para uma boa implantação e consequente habilitação de futuros profissionais (OLOWA et. al., 2019).

Assim, para Olowa et al (2019), através do ensino do BIM, os alunos aprenderão as noções básicas de trabalho em equipe, fazendo com que já ingressem no mercado de trabalho apresentando significativa mudança de comportamento, em relação à cooperação e comunicação. Para os autores, isto pode ser considerado como uma quebra de paradigma, em virtude da grande e positiva mudança que irá proporcionar.

Olowa, et. al., (2019) consideram não haver uma abordagem metodológica considerada padrão em relação à implantação do ensino do BIM em uma instituição de ensino. Para os autores, o fundamental é que seja considerada uma boa base de planejamento, onde as metas possam ser claras e a implantação vise a realidade de cada escola. São diversas as variáveis a serem consideradas em cada caso, uma vez

que as universidades possuem realidades diferentes, fazendo com que uma abordagem única não venha a ser eficaz para os diferentes casos. Desta maneira, as escolas devem optar por uma implantação gradativa do ensino do BIM, pela qual as primeiras noções do conceito devem vir em conjunto com disciplinas já existentes, principalmente aquelas de desenvolvimento de habilidades gráficas. Na medida em que as instituições conseguirem um aprimoramento e domínio do assunto, passariam a ampliar a abordagem de acordo com as possibilidades de cada escola, principalmente em relação às questões que envolvam o corpo docente, as instalações, e tecnologias disponíveis em cada instituição.

## **2.5 Estágio de implantação do ensino do BIM no mundo e no Brasil**

Através de pesquisa realizada por Barison e Santos (2013), foi possível identificar que, naquela época, 168 universidades em todo o mundo, dentre elas 17 brasileiras, estavam introduzindo o ensino de conteúdos BIM em suas estruturas curriculares.

A classificação dos níveis de maturidade a partir das características da abordagem que a instituição adota com relação ao ensino do BIM foi utilizada por Olowa *et. al.*, (2019), na investigação de cinquenta e um casos, descritos na literatura sobre o ensino do BIM. Eles puderam constatar que na maior parte dos casos, as instituições já haviam superado o primeiro estágio enquanto apenas 5 dentre elas haviam alcançado o terceiro estágio.

A pesquisa de Olowa *et al.* (2019) revela uma evolução com relação à situação que havia sido encontrada por ocasião do relato de Sacks e Pikas (2013), a partir da participação no *workshop* Internacional de Educação do BIM no ITT. Naquela ocasião, eles haviam identificado o emprego do BIM unicamente enquanto recurso de representação, ou ferramenta de informática na maioria das instituições investigadas. Portanto, comparando as duas pesquisas, parece haver nitidamente um avanço. Porém, o fato da maioria das instituições continuar não utilizando o BIM como elemento articulador para a aprendizagem (Olowa *et. al.*, 2019) demonstra que as estratégias de ensino ainda estão em fase de consolidação.

Desta forma, a questão que ainda prevalece é como fazer a transição entre uma organização de currículo mais tradicional e aquela necessária para articular a interdisciplinaridade requerida pelo BIM. Esta questão permanece, portanto, como central, na agenda das discussões (CASTRO, RIBEIRO, MOREIRA, p. 7 no prelo).

Ressalta-se que, no exterior, algumas experiências de ensino do BIM já se encontram em estágio mais avançado de amadurecimento do que no Brasil (RUSCHEL et. *al.*, 2013). Este é o caso de Hong Kong, por exemplo, que apresenta demandas de mercado consideradas de maior complexidade, incentivando as escolas a oferecerem um nível de ensino compatível. Desta forma, ao invés de oferecer simples aulas sobre o uso dos *softwares*, são implementadas disciplinas voltadas para discussões aprofundadas a respeito do tema, levando então a uma consequente melhoria na qualidade do ensino do BIM naquele país.

No que diz respeito ao Brasil, Ruschel et. *al.*, (2013) afirmam que a implantação do ensino do BIM já é uma realidade em universidades, porém, ainda sem a devida conscientização quanto à complexidade do assunto, principalmente em se tratando da questão da abrangência de todo o ciclo de vida da construção.

A partir das referências internacionais, os autores entendem que apenas através de um ensino gradual, baseado em uma estratégia planejada voltada ao desenvolvimento tecnológico no setor AEC (arquitetura, engenharia e construção), é que haverá uma mudança positiva no cenário nacional. Para eles, com o desenvolvimento acadêmico, as demandas profissionais do mercado de trabalho serão atendidas de maneira considerada satisfatória, possibilitando um consequente maior desenvolvimento do BIM no país. (RUSCHEL et. *al.*, 2013).

## **2.6 O ensino do BIM como prática reflexiva de Schön**

É importante salientar que cada escola deverá ter seu planejamento próprio, adequado à sua realidade, escolhendo onde e como oferecer o BIM em suas disciplinas. Outro ponto destacado como opção a ser escolhida pela escola se dá na escolha da maneira como o aprendizado será oferecido aos alunos. Algumas

instituições podem optar por aulas com conteúdo teórico, enquanto outras podem fazer a opção pelo acompanhamento de projetos sobre o tema, ensinando através de trabalhos escolares (GASPAR E MANZIONE, 2015).

Entretanto, parece haver uma convergência nas experiências e propostas relatadas pelos autores estudados SAVIANI (2005); BARISON (2015), WITT; KÄHKÖNEN, (2019); OLOWA *et al.*, (2019); SACKS, PIKAS, (2013), para a ideia da melhor adequação do ensino do BIM focado na aplicação e reflexão prática.

Aqui podemos fazer uma breve comparação com as teorias de Schön (1983), sobretudo em relação ao fato de que, para o autor, o professor, através de seus conhecimentos técnicos, e possuindo muitas vezes a solução para questões educacionais, não irá necessariamente produzir conhecimento. A proposta educativa do autor aponta para a reflexão como meio de solucionar questões emergentes, promovendo um debate sobre elas, como forma de buscar respostas para os mais diversos problemas cotidianos. Assim sendo, para Schön (1983), o pensamento reflexivo é constituído por discussões baseadas em fundamentos teóricos, com o objetivo de tomadas de decisões cotidianas, de maneira objetiva.

Para Sacks e Pikas (2013), outro fator considerado como responsável por despertar o interesse dos alunos junto a estas disciplinas específicas, foi o fato de o BIM ser ensinado através de projetos reais, onde os alunos tiveram seus primeiros contatos com empreendimentos voltados ao ramo da construção civil. Através desta prática pedagógica, o professor consegue instigar nos alunos uma atenção maior, melhorando a participação dos mesmos em atividades curriculares, onde demonstram maior entusiasmo na aprendizagem, levando a uma conseqüente melhor preparação para as futuras atividades profissionais.

Para Jim *et. al.*, (2018) a prática pedagógica baseada em projetos reais tem mostrado bons resultados, principalmente se for oferecida junto com atividades interdisciplinares desenvolvidas a partir do conceito BIM. Em pesquisa realizada junto à Universidade *Nottingham Ningbo*, na China, o autor mostrou que o envolvimento dos alunos nas atividades de disciplinas do setor AEC tende a atingir um estágio bastante satisfatório, mostrando bons resultados. O estudo consistiu em mostrar um estudo de caso, onde os alunos do último ano dos cursos de arquitetura, engenharia civil, e engenharia ambiental desta universidade deveriam desenvolver detalhamentos de projetos

arquitetônicos, estruturais, de eficiência energética, técnicas construtivas, orçamento e planejamento de um edifício real, construído por profissionais da área. O objetivo foi comparar as observações dos alunos com o *feedback* dados pelos construtores reais, a respeito dos efeitos benéficos do uso do BIM naquele empreendimento.

Inicialmente, segundo o autor, foi observada uma maior colaboração interdisciplinar entre os alunos, possibilitada pela modelagem, que proporciona melhor visualização e entendimento do projeto, contribuindo também para que houvesse uma constante troca de informações entre os estudantes. A utilização do BIM proporcionou aos envolvidos uma capacidade de colaboração até então não apresentada pelos alunos, sendo observado também, significativo aumento na troca de informação e comunicação entre as diferentes disciplinas envolvidas no trabalho, sobre este empreendimento. Alguns dos alunos participantes da atividade relataram que este envolvimento mútuo foi diretamente responsável pelo aparecimento de soluções para diversos problemas existentes. Além disso, observou-se que o grande volume de troca de informações proporcionou o aparecimento de novas ideias, motivando os alunos a abrangerem o nível de preocupações com questões inicialmente não discutidas, voltadas a eficiência energética, itens componentes de uma planilha orçamentária, e ainda sobre questões voltadas ao planejamento, levando assim, a uma maior qualidade final do produto, conceito este bastante presente na utilização do BIM por empresas do setor.

Um dos motivos apontados pelo autor para as melhorias observadas se deve ao fato de que as ferramentas do BIM proporcionam melhor visualização geral do ambiente, sendo responsáveis por uma imediata melhoria na capacidade de percepção da realidade, proporcionando ao aluno um aumento no entendimento do conteúdo proposto.

## **2.7 Problemas a serem enfrentados para a consolidação do ensino do BIM**

Para explicar o estágio incipiente do ensino em que as escolas se encontram, Olowa et. al., (2019) citam a falta de maturidade das instituições de ensino, baixo número de



professores habilitados, e ainda, a falta de comunicação e integração entre os docentes destas disciplinas. Assim, as escolas têm encontrados barreiras e obstáculos durante a implantação do BIM, que deverão ser detectados e superados.

Barison e Santos (2011) destacam, entre os problemas de implantação do ensino, a negligência de determinadas questões. Assim, algumas instituições não têm se preocupado com uma oferta de conteúdo mais extensivo, deixando de lado abordagens importantes, mais aprofundadas, que envolvam, por exemplo, elementos de gestão (BARISON E SANTOS, 2011).

Para Kymmel (2008, apud Barison e Santos, 2011), os principais entraves encontrados pelas instituições de ensino na implantação do ensino do BIM podem ser destacados a partir de três perspectivas, que se entrelaçam:

- Circunstância do ambiente acadêmico;
- Incompreensão dos conceitos BIM;
- Dificuldades de aprendizagem e/ou utilização das ferramentas BIM.

Estas questões se refletem na dificuldade de introdução de disciplinas específicas do BIM nos currículos das escolas, incluindo também falta de equipamentos de informática, laboratórios, suporte de TI e demais materiais específicos necessários ao ensino. A baixa capacitação dos docentes, que é inerente ao ambiente acadêmico, é considerada como um obstáculo a ser superado, uma vez que o profissional nem sempre domina tecnicamente as ferramentas, sua aplicação e a abrangência do conceito, em virtude da falta de experiência prática. Assim sendo, os cursos não conseguem introduzir disciplinas específicas sobre o BIM, oferecendo o conteúdo apenas de maneira pontual, inserido em disciplinas já existentes, o que não contribui de forma satisfatória para um bom ensino (KYMMEL, 2008 apud Barison e Santos, 2011).

Barison e Santos (2011) apontam para a importância da colaboração dos atores envolvidos em um empreendimento. Para que o BIM seja bem implantado em uma empresa, é fundamental que os trabalhos sejam conduzidos de forma integrada pelos profissionais, para que haja o máximo de troca de informações e conhecimentos. Para os autores, as instituições de ensino no Brasil não são formadas tradicionalmente por departamentos que “interagem entre si”. Assim sendo, a comunicação e a troca de

experiências, tão fortemente destacadas pelo BIM, não fazem parte do cotidiano das escolas. Inclusive é possível observar que muitas delas não oferecem sequer mais de um curso de graduação, que seja voltado ao setor AEC. Somados a estes fatores, estão as dificuldades de horários e agenda dos professores, a falta de salas de aula disponíveis, além de uma boa estrutura de laboratórios bem equipados. Alguns pontos são considerados fundamentais para oferecer ao aluno uma oportunidade de se preparar para atuar no mercado de trabalho. O primeiro deles diz respeito a uma análise prévia das demandas existentes, a fim de se informar quanto às competências que serão exigidas. Desta forma será possível conhecer o perfil técnico procurado e quais funções deverão ser exercidas. Através desta análise, Barison e Santos (2011) apontam para a necessidade de um melhor direcionamento do conteúdo a ser oferecido nos cursos. Barison e Santos (2011) também colocam o foco no tempo que deve ser gasto para obtenção destas competências, sem que haja desperdício. Para cada um dos níveis de ensino BIM a serem oferecidos, os autores destacam a importância de a instituição oferecer aulas em laboratórios e palestras sobre as ferramentas tecnológicas pertinentes, sempre ministradas por profissionais habilitados e capacitados no assunto. Fazem ainda parte de boas práticas de ensino as visitas técnicas às empresas do setor, bem como aos canteiros de obras que serão úteis para ilustrar a sequência de um projeto BIM. Assim sendo, o bom ensino do BIM passa intrinsecamente por um planejamento adequado, oferecendo disciplinas específicas, para que a noção de toda complexidade deste conceito seja repassada aos alunos, de forma a prepará-los para desafios futuros. E, para isto, é fundamental que a escola esteja alinhada com a indústria (BARISON; SANTOS, 2011).

Jim et. al., (2018) em sua pesquisa sobre o desempenho de alunos com um problema real, concluem que algumas das informações relativas ao *feedback* dado pelos alunos condizem com os desafios apresentados por profissionais que atuam no setor. Como exemplo, problemas como a interoperabilidade se mostraram um entrave a ser destacado em uma utilização mais ampla do BIM, no que tange à melhoria da colaboração multidisciplinar. Outro ponto destacado se refere à resistência de alguns alunos do curso de arquitetura, que argumentaram que a utilização deste conceito resulta em uma limitação frente a opções de design, aumentando também determinados requisitos extras a estes profissionais. Segundo Thomsen (2010 apud Jim et al., 2018) é comum observar este relato junto a alguns profissionais deste setor.

Superar todos estes obstáculos é de fundamental importância, uma vez que este parece ser o caminho ideal para uma boa implantação e consequente habilitação de futuros profissionais (OLOWA et. *al.*, 2019).

## CAPÍTULO 3

# IMPLANTAÇÃO DO ENSINO DO BIM: CONTEXTO DA ESCOLA DE ARQUITETURA DA UFMG

O mercado da construção civil na cidade de Belo Horizonte, acompanhando uma tendência nacional, apresenta grandes variações em relação à sua evolução, índice de empregos, e número de empreendimentos aprovados em desenvolvimento. Nas últimas décadas, este setor apresentou os melhores índices e números de toda sua história, havendo um crescimento da ordem de 75%, entre os anos de 1994 e 2013, atingindo seu ápice em 2010, quando o PIB nacional da construção civil aumentou em 11,6%. (MERCADO CONSTRUÇÃO, 2014). Entretanto, nos últimos anos, o cenário é completamente diferente do apresentando anteriormente, estando inserido em uma crise nem precedentes, tendo sua rentabilidade caído de maneira drástica (SPERANDIO et. al., 2018). De certo as empresas procuram meios de se adaptarem à nova realidade, na busca pela retomada do crescimento.

Segundo Sperandio et al., (2018), as empresas buscam novas realidades com o objetivo de impactarem em seus empreendimentos, como forma de se situarem no mercado da construção civil. Dentre as possibilidades existentes, a implantação do BIM pode ser um recurso que permitirá atingir bons resultados.

Conforme exposto neste trabalho, as instituições de ensino ligadas ao setor AEC podem ser os grandes impulsionadores da utilização do conceito BIM neste mercado, através da habilitação e preparação de futuros profissionais, visando atuação neste mercado. Atualmente a cidade de Belo Horizonte conta com dezenove instituições de ensino superior que oferecem o curso presencial de graduação em arquitetura e urbanismo e/ou engenharia civil (EDUCAMAISSBRASIL, 2020). Dentre estas, algumas instituições são consideradas bastante tradicionais, tendo o curso de arquitetura sido inicialmente oferecido no ano de 1930. Deste então o número vem crescendo, havendo doze escolas nos dias atuais (EDUCAMAISSBRASIL, 2020).

A UFMG oferece cursos de graduação em Arquitetura e Urbanismo, nos turnos diurno e noturno, e ainda o curso de Design. No nível de pós-graduação, são oferecidos a

Especialização em Sistemas Tecnológicos e Sustentabilidade, o mestrado e doutorado em Ambiente Construído e Patrimônio Sustentável e também em Arquitetura e Urbanismo (UFMG, 2020).

A graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Minas Gerais, foco desta pesquisa, é oferecida em dez períodos semestrais, dispostos em um currículo que conta com um total de 3.600 horas. A modalidade educacional se concentra no estudo presencial, com objetivo de formar bacharéis arquitetos – urbanistas (UFMG, 2020).

A fundação desta instituição se deu ainda na década de 1930, tendo sido a primeira escola da América do Sul a não possuir, desde sua fundação, nenhum tipo de vínculo com as Escolas Politécnicas de Belas Artes e Filosofia, sendo então o primeiro curso autônomo de arquitetura no Brasil (UFMG, 2020).

A Escola de Arquitetura da UFMG ocupa desde o final da década de 1940, uma edificação de aproximadamente 12.000 m<sup>2</sup>, projetada pelos próprios alunos da época, e construída especialmente para esta finalidade. O prédio é localizado em um bairro nobre da cidade de Belo Horizonte, na região da Savassi, e se destaca pelas linhas modernas da época, tendo inclusive sido tombado pelo Patrimônio Histórico Municipal. Desde sua inauguração, algumas reformas e ampliações foram feitas no local ao longo dos anos, com o objetivo de se adaptar às crescentes demandas, além de contar também com atualizações necessárias ao bom funcionamento das instalações. Conta ainda com infraestrutura de laboratórios, bibliotecas e oficinas voltadas ao atendimento das necessidades de suas atividades (UFMG, 2020).

A Escola conta com um programa de incentivo à atividade de estágio, possibilitando aos estudantes um contato extracurricular junto a profissionais e empresas do mercado de trabalho. Denominado de “Central de Estágios”, foi aprovado e oficializado pela Portaria 003/2017- SEC/ EA, e tem como principal objetivo a criação de um setor voltado ao apoio e fomento do desenvolvimento e complementação da formação acadêmica dos alunos desta escola. Através desta iniciativa, é possível oferecer uma formação acadêmica mais completa, que possibilite o desenvolvimento de habilidades profissionais, além de proporcionar uma maior proximidade e interação escola-empresa (UFMG, 2020).

A instituição oferece a graduação em arquitetura e urbanismo em dois turnos, diurno e noturno, havendo diferenças curriculares entre os mesmos. Em comum o ciclo básico, que apresenta disciplinas voltadas ao desenvolvimento de habilidades gráficas e de audiovisual, desenho arquitetônico e introdução ao urbanismo. Posteriormente, o curso diurno direciona a preparação dos futuros profissionais para a área da construção civil, edificações e áreas tecnológicas, enquanto o curso noturno abrange temas voltados ao planejamento urbano e questões sociais, tais como transporte e habitação social. Destaque para o fato de que no curso noturno, não há pré-requisitos entre as disciplinas, possibilitando ao aluno a escolha de um percurso considerado flexível.

O objetivo do estudo de caso proposto é, portanto, identificar a forma pela qual o ensino do BIM vem sendo realizado nesta escola, em função de sua relevância para o panorama de ensino da arquitetura na cidade de Belo Horizonte, a partir da compreensão das estratégias que estão sendo adotadas para a construção das competências cognitivas dos alunos neste âmbito e as relações destas estratégias com práticas efetivamente reflexivas.

A etapa da pesquisa de campo foi de cunho qualitativo, de caráter exploratório. A pesquisa qualitativa é uma das possibilidades de se estudar os fenômenos que envolvem os seres humanos, em suas diversas relações sociais nos mais diferentes ambientes. Para se classificar uma pesquisa como qualitativa, é necessário identificar algumas premissas básicas. A identificação de um determinado fenômeno ocorre a partir de uma análise feita através de uma perspectiva integrada. Desta maneira, cabe ao pesquisador coletar e analisar informações a respeito do objeto de estudo, através da interpretação de respostas das pessoas que se encontram envolvidas, considerando assim os pontos de vista mais relevantes. A pesquisa qualitativa pode ser classificada em pesquisa documental, estudo de caso e pesquisa etnográfica (GODOY, 1995). Segundo Piovesan e Temporini (1995), a pesquisa exploratória consiste em um estudo científico, que permite ao idealizador um maior conhecimento do objeto investigado, através de levantamento bibliográfico, entrevistas com pessoas que tenham domínio sobre o tema estudado, pesquisas de campo ou análises que permitam estimular a compreensão do tema. O estudo exploratório proporciona ao pesquisador melhor identificar o problema investigado, permitindo a formulação de sua hipótese com maior precisão. Dentro da pesquisa exploratória é possível escolher

as técnicas consideradas mais adequadas, de forma a possibilitar ao pesquisador dar maior ênfase à investigação detalhada (PIOVESAN e TEMPORINI, 1995).

### **3.1 Modalidades de pesquisa: análise do projeto pedagógico e entrevistas**

Inicialmente, foram avaliados os Projetos Pedagógicos dos turnos diurno e noturno e as novas Normas Gerais de Graduação propostas, que foram os documentos explorados em uma análise de conteúdo.

Em seguida foram realizadas entrevistas semiestruturadas com professores e aplicados questionário a alunos dos dois turnos, visando conhecer os processos de ensino e aprendizagem, as estratégias e ferramentas utilizadas, as dificuldades encontradas, o estágio atual e as possibilidades de evolução.

O propósito das análises dos Projetos Pedagógicos dos turnos diurno e noturno foi identificar as possibilidades de inserção e evolução do ensino do BIM dentro da atual estrutura. Assim sendo, foi possível conhecer os objetivos do curso, as estratégias traçadas, suas condições objetivas de oferta e vocação, as formas de interdisciplinaridade, os modos de integração entre teoria e prática, as modalidades de avaliação, os modos de integração entre graduação e pós-graduação, o perfil do profissional egresso, bem como as diretrizes pedagógicas adotadas em sua estrutura curricular. Procurou-se identificar as atividades acadêmicas oferecidas, as disciplinas com ementas voltadas ao setor AEC, o tipo de relação existente com o mercado de trabalho, seja através de atividades extracurriculares, de programas de estágio, ou ainda da promoção da integração com outros cursos de graduação oferecidos pela Universidade, e também de que forma se dá o acompanhamento dos professores quanto à orientação necessária aos alunos.

Para Ludke e André (1986), a análise documental é considerada uma importante técnica na pesquisa qualitativa, e deve ser feita após a realização de todas as coletas de dados, tendo como objetivo levantar subsídios para conhecer aspectos relativos ao trabalho. Ela deve se iniciar junto ao recolhimento de materiais que permitam ao pesquisador a percepção dos fatos, na medida em que os mesmos são informados,

possibilitando que sejam feitas conclusões através do material selecionado. Muitas vezes os documentos são a única fonte para se obter registros possíveis para uma análise. Através deles, são reveladas diversas concepções que servirão como objetos fundamentais de pesquisa (LA VILLE e DIONE, 1999).

Para Cellard (2008), alguns pontos de destaque para um melhor entendimento de fatores cruciais à pesquisa podem ser obtidos através da análise documental. Assim sendo, este trabalho se utilizou da análise. Cellard (2008) destaca ainda a importância de se levantar todo o contexto histórico que envolve o tema da pesquisa, a fim de buscar um maior conhecimento que possibilite entender conceitos que envolvam os autores, seus argumentos, contestações, pontos de vista favoráveis e contrários, de forma que possibilite identificar pontos considerados cruciais para se atingir os objetivos de maneira satisfatória. Desta forma, a análise criteriosa e abrangente do contexto possibilita ao autor a obtenção das condições necessárias para compreender as particularidades existentes, evitando assim interpretações de conteúdo mal elaboradas (CELLARD, 2008).

Outro ponto destacado por Cellard (2008) se refere às bases necessárias para uma boa interpretação de texto. Para que isso ocorra, é fundamental conhecer o autor em um âmbito de maior domínio, situando a identidade da pessoa que se expressa, bem como fatores tais como seus interesses, suas razões e pontos de vista defendidos, e, sobretudo compreender o porquê da defesa daquele ponto de vista. Assim sendo, não se deve desvincular o autor do texto, ou daquilo que está sendo expresso por ele. Através deste exercício, é possível obter uma melhor interpretação, dando assim uma maior credibilidade à pesquisa (CELLARD, 2008).

Antes de executar a pesquisa de campo, foi definido através de um planejamento inicial o perfil dos professores a serem entrevistados, com o objetivo de colher as informações mais coerentes e próximas ao tema estudado. Assim sendo, através de uma amostra por escolha racional, foram escolhidos o número de treze participantes, sendo que deste total, oito se dispuseram a participar. Para Bandeira (2018), amostra por escolha racional tem como objetivo estudar casos específicos sobre temas variados. Segundo a autora, em estudos voltados a conhecer a especificidade de determinado assunto, a escolha dos entrevistados é feita pelo próprio pesquisador, baseado em seu planejamento.



Inicialmente, foi determinado que os entrevistados deveriam fazer parte do corpo docente de no mínimo um dos turnos, matutino ou noturno, que lecionassem disciplinas envolvendo o setor AEC como tema. A formação profissional dos professores se limitou à arquitetura e engenharia civil, e eles lecionam disciplinas de todos os períodos do curso de graduação. A atuação profissional em escritórios profissionais não foi considerada como requisito obrigatório.

Para Manzini (2008), o momento da transcrição da entrevista deve ser utilizado ainda para uma pré-análise do conteúdo obtido, sendo então considerado de grande importância para o pesquisador. Ainda segundo Manzini (2008), durante a pesquisa o autor deve se colocar no papel de pesquisador – entrevistador, buscando o máximo de informações úteis para seu trabalho. Entretanto, no ato da transcrição, o autor deverá manter uma postura diferente, voltada a interpretador de dados, se distanciando de fatos ocorridos ao longo do processo de coleta, com o objetivo de entender e processar as informações repassadas. Na transcrição, o autor deverá estar atento tanto ao que foi dito, quanto ao que não foi dito, mas que seja passível de interpretação, durante a entrevista. Para isto, é necessário escutar o material gravado por diversas vezes, a fim de minimizar eventuais falhas e omissões. Outro ponto destacado se refere ao fato de haver preocupação com o tempo passado entre o momento das entrevistas, e sua transcrição, de modo a não permitir o esquecimento de detalhes que possam enriquecer o conteúdo (MANZINI, 2008).

Além do ponto de vista dos docentes, a investigação procurou também entender a visão dos discentes. Buscou-se assim identificar questões cruciais para esta pesquisa, relativas à preparação dos futuros profissionais do BIM. Esta etapa foi realizada por meio do envio de questionário, via internet, para os alunos dos cursos diurno e noturno desta escola, de todos os períodos.

No total, vinte e dois alunos responderam ao questionário eletrônico, representando aproximadamente 2% dos discentes matriculados nos cursos. Este número pode ser considerado satisfatório, em função de se tratar de uma pesquisa qualitativa, de caráter exploratório, na qual o pesquisador pode coletar as informações através da interpretação dos pontos de vista dos entrevistados, sobretudo em relação às respostas coletadas junto às questões abertas, que permitiram a maior exposição das ideias, de forma individual.

Os objetivos pretendidos com a pesquisa junto aos discentes foi conhecer a sua relação com o BIM, ainda em um âmbito escolar, independentemente do estágio de conhecimento que possuíam. Além disso, foi possível identificar se eventualmente o BIM influenciou os alunos com seus conceitos que envolvem integração entre as pessoas, troca de informações e trabalho em equipe, em suas atividades acadêmicas, assim como ocorre em um âmbito profissional, além de questões práticas e tecnológicas fundamentais à boa aprendizagem BIM. Foram abordados diversos temas relativos ao ensino do BIM, através de questões abertas e também fechadas, dando ainda aos alunos a possibilidade de se expressarem sobre o assunto.

Para Richardson (1999), os questionários são a principal técnica de coleta de dados para pesquisas quantitativas. Entretanto, para o autor, ela também pode ser utilizada em pesquisas de natureza qualitativa, cumprindo satisfatoriamente duas importantes funções, que são a possibilidade de descrever características e ainda proporcionar a medição de determinadas variáveis pertencentes a um grupo.

Mattar (1996) aponta também como vantagem para este tipo de método, o fato de exercer um menor grau de pressão nos entrevistados, em virtude de haver muito tempo para sua realização. Desta forma são esperadas respostas que contenham maior grau de informações, elevando a confiabilidade da pesquisa.

Em relação aos questionários eletrônicos distribuídos e respondidos através da utilização da internet, Evans e Mathur (2005) apontam algumas vantagens sobre os demais métodos, onde se destacam:

- “Agilidade e questões de controle, aplicação e *follow up* das respostas;
- Possibilidade de amostras maiores de coletas de dados;
- Elaboração de questões mais flexíveis e diversificadas;
- Baixo custo de implementação” (EVANS e MATHUR, 2005).

Outro ponto considerado de relevância em relação ao uso do questionário eletrônico, diz respeito ao fato de não haver possibilidade de o entrevistado deixar questões incompletas, ou mesmo respostas em branco, devendo sempre seguir de maneira rigorosa aquilo que foi solicitado.

Desta forma, através deste método, foi possível identificar de maneira clara e objetiva as opiniões dos estudantes desta escola, tendo sido coletada informações que

possibilitaram o conhecimento referente ao posicionamento individual de alunos de diferentes períodos da graduação, e até mesmo recém-formados.

### **3.2 Estrutura e conteúdo curricular: competências, habilidades e perfil desejado para o futuro profissional**

Projeto Pedagógico de uma instituição de ensino é um instrumento teórico – metodológico voltado a auxiliar na definição de suas metas e gerenciamento das ações futuras. Entretanto, vai além de um simples planejamento voltado a planos de ensino e de atividades diversas. Trata-se de uma ruptura com o presente, buscando melhorias para o futuro, significando alterar um estado confortável, mesmo que a princípio traga turbulências, almejando uma nova estabilidade, através de compromissos definidos coletivamente (VEIGA, 2013).

#### **3.2.1 Projeto Pedagógico Curso diurno**

O Projeto Pedagógico do turno diurno de Arquitetura e Urbanismo da UFMG apresenta uma estrutura curricular vigente desde o ano de 1997, aprovada em função das exigências do MEC – Ministério da Educação e Cultura, tendo sido realizado em função da Resolução CES/CNE nº02, de 17/06/2010. A definição desta estrutura curricular se deu através de trabalho realizado entre membros da Congregação da escola, junto ao Colegiado do curso, passando ainda por reajustes sugeridos pelo setor acadêmico da PROGRAD (EA/UFMG, 2011).

Um ponto a ser destacado em relação às questões apresentadas, mesmo que não sendo implantadas especificamente com o foco no ensino do BIM, diz respeito à interdisciplinaridade enquanto objetivo desta instituição, através do incentivo ao contato com outras áreas e outros cursos oferecidos pela universidade, bem como a atividades complementares, visando assim novos encontros disciplinares (EA/UFMG, 2020). Para Sacks e Pikas (2013) e Barison e Santos (2010), esta pode ser

considerada uma boa oportunidade de adquirir conhecimentos de conceitos presentes na estrutura do BIM, uma vez que amplia a possibilidade de abordagem de temas que fazem parte desta cadeia.

Através das políticas preconizadas em seu Projeto Pedagógico, a UFMG busca formar profissionais que atendam às demandas de mercado, sejam elas sociais ou voltadas a questões de sustentabilidade ambiental e de preservação do patrimônio ambiental urbano. Assim sendo, esta instituição procura abordar as competências e habilidades do profissional arquiteto urbanista, em conformidade com as definições estipuladas pelas diretrizes curriculares do MEC, bem como com a legislação vigente voltada à regulamentação da profissão, através de distribuição de quatro eixos, a serem considerados (EA/UFMG, 2020):

- a- Área de história e teoria da arquitetura e do urbanismo articulada às áreas de ciências humanas e artes;
- b- Área de tecnologia da arquitetura e urbanismo, articulada às engenharias, ciências da terra e estudos ambientais;
- c- Área de urbanismo, articulada às ciências sociais, geográficas e ambientais;
- d- Área de projeto arquitetônico, urbanismo.

Complementando as abordagens apresentadas, destacam-se ainda temas voltados à preservação, conservação e intervenção da paisagem, avaliação de impactos ambientais, além de práticas tecnológicas focadas nas áreas construtivas, sejam elas direcionadas a edificações, conjuntos ou cidades (EA/UFMG, 2020).

A Arquitetura e Urbanismo abrangem diversas áreas com diferentes enfoques, sendo esta uma particularidade da profissão. Este fato repercute na heterogeneidade da formação dos professores dessa escola, bem como nas significativas diferenças, sejam conceituais ou pedagógicas, das diversas disciplinas oferecidas pelo curso. Conseqüentemente cada um dos eixos anteriormente considerados, passa a existir e se estruturar de maneira própria no que diz respeito à organização e oferta de conteúdo.

Kymmel (2008) enfatiza a necessidade de se buscar conhecimentos fora do âmbito escolar, através de atividades extras, onde os alunos poderão manter contato com projetos reais além de profissionais que já atuam no ramo, podendo assim, ter contato direto com o mercado de trabalho, de forma a agregar importantes conhecimentos

práticos. Esta escola dispõe de algumas oportunidades neste sentido, através de programas oferecidos, trabalhos práticos, Trabalho de Conclusão de Curso, atividades de extensão, estágios, dentre outros. Neste sentido, a “Central de Estágios” se coloca como uma interessante oportunidade para a aquisição de novos conhecimentos extracurriculares, proporcionando aos estudantes a possibilidade de uma complementação em sua formação profissional, além de um contato direto com o mercado de trabalho em que irão atuar após a conclusão do curso.

As atividades acadêmicas oferecidas por esta escola, que estão em sintonia com alguns pressupostos de Schön, se apresentam de maneira sistematizada abaixo, conforme EA/UFMG, (2020):

- 1) Disciplinas obrigatórias: Podem ser voltadas a temas teóricos, práticos ou mistos, sendo propostas pelos departamentos e aprovado pelo colegiado. A oferta será feita semestralmente através do Plano de Curso, a ser aprovado pelo departamento responsável;
- 2) Disciplinas Optativas
  - 2.1) GRUPO 1 – Atividades de projetos de arquitetura:  
Dentre as diversas disciplinas oferecidas, os alunos deverão cursar nove, de acordo com seu interesse próprio;
  - 2.2) GRUPO 2 – Disciplinas optativas livres do núcleo específico:  
São oferecidas aos alunos através de conteúdos teóricos, práticas ou mistas, através de um grande número de disciplinas existentes, contribuindo para a integração entre os dois cursos;
- 3) Atividades Complementares: Neste tópico o aluno poderá obter créditos através da participação de atividades voltadas à pesquisa, ao ensino e à extensão, participação em determinados eventos voltados ao tema, bem como atividades profissionais tais como estágios;
- 4) Formação Complementar: Em conjunto com um profissional tutor, o aluno que estiver cursando o 6º período poderá, caso deseje, cursar atividades de outro curso da UFMG, como formação complementar, desde que seja em áreas correlatas à arquitetura e urbanismo;
- 5) Formação Livre: Neste caso, o aluno deverá obrigatoriamente se matricular em disciplinas de outro curso de graduação da UFMG, através de interesse próprio, perfazendo um mínimo de três créditos;

- 6) Estágio Curricular Supervisionado Obrigatório: Visando uma maior proximidade dos alunos com o mercado de trabalho, através de suas diversas frentes, o currículo conta com esta atividade de estágio supervisionado, com o conteúdo obrigatório de 300 horas, perfazendo um total de 20 créditos, que poderá ser realizado a partir do 6º período. O estágio deverá ser acompanhado por um professor orientador, a ser realizado em instituições públicas, particulares ou mesmo junto a profissionais autônomos;
- 7) Trabalho de Conclusão do Curso (TCC): Esta atividade deverá ser iniciada no 9º período, através de pesquisas, levantamento de dados e definições gerais, que servirão de conteúdo para o trabalho a ser apresentado. Através do TCC os alunos formandos serão avaliados em relação às condições de qualificação, visando o ingresso no exercício da profissão.

### **3.2.2 Projeto Pedagógico Curso Noturno:**

O curso noturno de Arquitetura e Urbanismo da UFMG foi criado a partir da percepção da necessidade de consolidação da área de planejamento urbano e habitação, no nível de graduação. Teve como base a estrutura do curso diurno, mantendo o conteúdo voltado à habilitação única do profissional arquiteto urbanista, de acordo com os termos da legislação vigente, juntamente com a inserção de conteúdos urbanísticos, sem, porém, aumentar a carga horária do curso. Desta forma priorizou-se o estudo e a resolução de problemas de planejamento urbano e habitação de interesse social, mantendo as bases da habilitação desta profissão EA/UFMG, (2020).

Um dos pontos destacados no projeto pedagógico noturno diz respeito à interdisciplinaridade. O curso de arquitetura e urbanismo se caracteriza por ser constituído de diversos saberes, sendo, portanto interdisciplinar por natureza. Em relação a esta questão no campo didático e pedagógico, o curso é fundamentado em oficinas integradas de arquitetura, urbanismo, paisagismo e tecnologia, além de oficinas de planejamento urbano e habitacional, que desenvolvem de forma integrada conteúdos teóricos e práticos contidos nas diretrizes curriculares de arquitetura e urbanismo EA/UFMG, (2020).

O curso noturno da Escola de Arquitetura conta com uma teoria pedagógica voltada à relação vertical entre professores e alunos, buscando priorizar o diálogo e a troca de informações. Seu projeto pedagógico proporciona ainda a integração entre estudantes dos níveis de graduação e pós-graduação, através de disciplinas em comum, tais como seminários e atividades complementares, além dos estágios de docência para mestrandos e doutorandos, que ocorrem junto às oficinas do curso noturno EA/UFMG, (2020).

Incentiva ainda as áreas de pesquisa, voltadas às atividades de ensino, e ainda como iniciação científica.

Outro ponto a ser destacado diz respeito à proposta de integração entre disciplinas de graduação e pós-graduação, por meio da qual os alunos podem optar pelo aprendizado de temas específicos, de sua escolha, com uma visão adiantada de mercado de trabalho. Esta parece ser uma oportunidade de manter os futuros profissionais próximos a assuntos de seu interesse, visando uma melhor preparação para o exercício da profissão EA/UFMG, (2020).

Assim, através deste planejamento curricular, é possível desenvolver alguns pontos de extrema importância na formação do futuro profissional do BIM. O projeto pedagógico permite o desenvolvimento de habilidades necessárias à formação do aluno, desde disciplinas de ferramentas tecnológicas, como *softwares* da cadeia BIM, até conceitos importantes, como a integração entre pessoas, o incentivo ao trabalho em equipe, e o conhecimento prático da atividade.

Uma particularidade do curso oferecido neste turno é o fato de não haver a imposição de uma estrutura vertical, ou a necessidade de cumprir pré-requisitos para matricular nas disciplinas oferecidas. Este fato, teoricamente, oferece aos professores e alunos a possibilidade de integração entre disciplinas, levando à possibilidade de ampliar os conhecimentos de temas voltados ao setor AEC, favorecendo assim o ensino do BIM.

Embora o projeto estabeleça um contexto interdisciplinar que é favorável à sua implementação, foi possível notar que não há um foco específico no BIM - mesmo porque na época da implantação do curso, o seu ensino institucionalizado ainda estava em uma fase muito incipiente em todo o mundo. O projeto permite, entretanto, que os próprios alunos que se interessem pelo tema busquem um aprofundamento

por meio de trabalhos que podem propor nas disciplinas ou TCC, nas atividades extracurriculares, ou mesmo em cursos de extensão e estágio profissional.

### **3.2.3 As novas Normas Gerais de Graduação: oportunidade para o ensino do BIM**

Os cursos de graduação da Universidade Federal de Minas Gerais são regulamentados através de diretrizes fornecidas por um documento denominado Normas Gerais de Graduação. Todas as questões relacionadas ao regime didático-científico dos cursos estão contidas neste documento, conforme previsto no art. 36 do Regimento Geral da UFMG. As atuais Normas foram publicadas em 27 de agosto de 2018, através do Boletim Informativo da UFMG, e foram regulamentadas pela Resolução Complementar Cepe nº 01/2018, datada de 20 de fevereiro de 2018, em substituição à versão anterior, de 1990. Estas normas estão vigentes desde 2019, a partir de 25 de fevereiro daquele ano, data de início do semestre letivo. Entretanto, apesar de sua vigência, sua implantação deverá ser efetivada apenas nos próximos anos (UFMG, 2020).

Hierarquicamente a graduação da UFMG é regida por:

- Legislação Federal pertinente (Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional);
- Estatuto que dispõe sobre a estrutura e organização da Universidade;
- Regimento Geral;
- Normas Gerais da Graduação;
- Resoluções diversas comuns aos cursos de graduação;
- Regulamento do curso.

As novas regras deverão ser implantadas gradualmente nos próximos anos, em todos os cursos de graduação da UFMG. Dentre as principais mudanças que poderão ocorrer, destaque para:

- Composição do Percorso Curricular dos alunos, através da oferta diversificada de cinco atividades acadêmicas curriculares possíveis, divididas em disciplina, projeto, programa, evento e estágio;



- Opção da formação por Estruturas Formativas a serem implantadas, em seus diversos tipos (Fundamental; Tronco Comum; Específica; Complementar e Avançada e Geral);
- Definição de atividades acadêmicas curriculares na modalidade a distância, seja integral ou parcialmente;
- Possibilidade de flexibilização por meio dos Núcleos Geral e Complementar, visando uma maior abrangência e qualidade na formação dos estudantes (UFMG, 2020).

Algumas estruturas formativas parecem apresentar uma oportunidade para um ensino diferenciado do BIM.

### **3.2.3.1 Estruturas formativas**

Estruturas Formativas são conjuntos articulados de atividades acadêmicas curriculares comuns a vários cursos, que tem como objetivo formação de competências, habilidades e atitudes intermediárias entre atividades acadêmicas curriculares (Unidades de formação utilizadas para estudar os currículos de graduação) e os cursos oferecidos na graduação. Pedagogicamente cada Estrutura Formativa possivelmente admitirá, sobre o mesmo elenco de Atividade Acadêmica Curricular, diferentes sequenciamentos. Assim sendo, as estruturas deverão ter um projeto como referência, onde serão apresentados seus fundamentos conceituais, sua estrutura curricular, regulamento e gestão, além das descrições dos recursos necessários para o funcionamento. Desta forma, será possível a modulação das competências e habilidades a serem constituídas (UFMG, 2020).

As Estruturas Formativas se dividem em:

- 1) Formação Fundamental: São utilizadas para ingressar na graduação, como formação inicial de estudantes candidatos a diplomas afins. É oferecida em duas versões, sendo a integral com duração-padrão de seis semestres, que conduz a um diploma próprio da formação fundamental, intitulado Bacharelado Interdisciplinar. A versão reduzida pode ser orientada para o ingresso dos

estudantes, com duração-padrão de dois a quatro semestres, com concentração predominante no início dos Percursos Curriculares. Em seguida o estudante opta pela formação específica, ou Bacharelado Interdisciplinar. A versão reduzida pode ainda ser uma introdução ao campo de conhecimento para estudantes oriundos de outros grandes campos (Formação Complementar), (UFMG, 2020);

- 2) Formação Tronco Comum: São estruturas articuladas em torno de eixos temáticos comuns a cursos de determinado campo de conhecimento. Neste caso é possível proporcionar ambientes compartilhados de formação aos estudantes, através do oferecimento de Atividades Acadêmicas Curriculares que sejam comuns ou ainda que prevejam atuação conjunta. Podem ou não ser utilizadas para ingresso dos estudantes, e conduzir a um diploma próprio da Formação de Tronco Comum. Dividido em duas versões, sendo a Integral com duração-padrão de seis semestres, levando a diploma próprio da Formação Tronco Comum, e a versão reduzida, onde as Atividades Acadêmicas Curriculares dessas estruturas poderão ser distribuídas do início ao fim dos percursos curriculares de que fazem parte, não necessitando se concentrar no início desses percursos. Pode ainda ser utilizada para prover uma Formação Complementar, (UFMG, 2020);
- 3) Formação Específica: Esta é a formação final do estudante. Pode ser equiparado aos atuais cursos de graduação, onde toda trajetória do estudante é abrangida, desde seu ingresso à sua formação final. Na Formação Específica serão possíveis ainda como complemento da formação profissional, estruturas mais leves, após uma Formação Fundamental, ou ainda em uma Formação de Tronco Comum. Ao final, será oferecido o diploma relacionado ao respectivo campo profissional (UFMG, 2020);
- 4) Formação Complementar: Com o objetivo de diversificar a formação final do estudante, oferece estruturas para estudantes de cursos diversos, articuladas em torno de eixos temáticos, com objetivo de propiciar aquisição de conhecimentos, habilidades e atitudes capazes de construir um campo de competências. Deve ter um projeto e uma estrutura curricular, possuindo regras de integralização próprias. Desta forma possibilita ao estudante a aquisição de competências específicas adicionais em um campo de conhecimento que não

seja predominante em seu diploma. A formação complementar deverá corresponder a uma versão reduzida de uma Formação Fundamental, de uma Formação de Tronco Comum ou de Formação Específica. Não conduz a diplomas próprios, embora seja possível integrar percursos associados a diplomas (UFMG, 2020);

- 5) Formação avançada: Neste caso é oferecida a possibilidade de utilização de disciplinas de mestrado da UFMG para compor currículos de graduação. Esta formação é oferecida apenas em versões reduzidas, quando não há possibilidade de condução a diplomas próprios, embora possam integrar percursos associados a diplomas (UFMG, 2020).
- 6) Formação Geral: é um tipo de Estrutura Formativa com o objetivo de prover o acesso à discussão e à crítica das grandes questões do país e da humanidade, em um ambiente comum a estudantes de todas as áreas do conhecimento. São oferecidas nas versões reduzidas, não conduzindo então a diplomas próprios, embora possam integrar percursos associados a diplomas (UFMG, 2020).

Assim, é possível afirmar que a Estrutura Formativa é uma entidade intermediária entre as Atividades Acadêmicas Curriculares e o Currículo, e tem o objetivo de estabelecer uma nova possibilidade de composição de currículos flexíveis, de forma a oferecer aos alunos um maior conteúdo. Outro objetivo é oferecer aos estudantes a possibilidade de compartilhamento de atividades, além de uma maior sistematicidade no processo de atualização de conteúdos do conjunto de cursos (UFMG, 2020).

### **3.3 Entrevistas com docentes**

Este capítulo apresenta o resultado da pesquisa realizada com os professores, na qual foram tratados assuntos relevantes para o tema. Para tanto, foram entrevistados 8 docentes, com o intuito de avaliar as respostas e entender o nível de maturidade em que a escola se encontra atualmente.

No caso dos docentes, a amostragem foi de conveniência, incluindo professores dos cursos diurno e noturno, sem representatividade estatística. Em decorrência de seu caráter qualitativo, teve como foco os professores responsáveis por ministrar as disciplinas de projeto e/ou de apoio ao aprendizado à modelagem, bem como professores envolvidos em atividades de avaliação e acompanhamento do curso e da atualização de seu projeto pedagógico, inclusive quanto ao desenvolvimento de competências e às possibilidades emergentes de atuação profissional. Os entrevistados foram escolhidos a partir da análise da matriz de disciplinas e da disponibilidade para entrevistas.

A entrevista junto aos professores foi realizada no primeiro semestre de 2020, entre os meses de fevereiro e junho, diretamente pelo autor desta pesquisa, com o auxílio de um gravador portátil, utilizado com a permissão dos entrevistados, para que o conteúdo fosse registrado e pudesse ser transcrito posteriormente. Em conjunto com as gravações foram feitas anotações de próprio punho ao longo das entrevistas, com o objetivo de explorar novas possibilidades, e aumentar o nível de entendimento das respostas, através de comentários feitos pelo autor. Esta é uma das possibilidades de aumentar o conteúdo e o nível de entendimento, proporcionadas pela entrevista semiestruturada. Através deste método livre, é possível obter informações diversas ligadas ao tema, capazes de contribuir para um melhor resultado. O objetivo da coleta de informações através das entrevistas semiestruturadas foi entender, sob a ótica dos docentes desta escola, de que maneira se deu o planejamento do ensino do BIM nesta escola, como foi introduzido em suas estruturas curriculares, e, ainda conhecer eventuais evoluções que ocorreram desde sua implementação, tais como eventuais integrações entre as disciplinas voltadas ao setor AEC, ou ainda o efeito do conceito BIM entre os alunos, a respeito de temas como cooperação e trabalho em equipe. Foram ainda considerados nas entrevistas fatores voltados ao planejamento anterior ao oferecimento de conteúdo, tais como pesquisas sobre demandas de mercado, como se deu a formação dos professores, além de conhecer o atual estágio em que se encontra o ensino do BIM nesta escola. Desta maneira foi possível identificar a evolução deste processo, a fim de se estabelecer parâmetros para conhecer sua abrangência e o atual nível de maturidade desta instituição com relação ao ensino do BIM.

Inicialmente foi elaborado um roteiro com algumas perguntas consideradas fundamentais, focadas no tema da implantação do ensino do BIM nesta escola. Para Manzini (1990/1991), pesquisas semiestruturadas são caracterizadas por conter alguns questionamentos iniciais, apoiados em ideias ou fatos importantes, que contenham relação direta com o tema do trabalho. Estes questionamentos serão responsáveis por dar sentido à entrevista, mas deverão ser acrescidos de novas perguntas complementares, feitas de maneira espontânea pelo entrevistador. Assim sendo, o mesmo terá liberdade para conduzir a entrevista de acordo com as circunstâncias momentâneas que forem se formando, sem, entretanto, se distanciar do tema proposto. Através desta liberdade, se torna possível para o autor fazer emergir informações e respostas que não estejam condicionadas a um único padrão anteriormente pré-determinado, proporcionando enriquecimento de conteúdo à pesquisa pela elucidação de pontos importantes (MANZINI, 1990/1991).

Os entrevistados são professores de departamentos diversos desta escola, divididos conforme Tabela 5:

<b>ENTREVISTADO</b>	<b>DEPARTAMENTO / TURNO NA EA/UFMG</b>	<b>FORMAÇÃO PROFISSIONAL</b>	<b>ATUAÇÃO PROFISSIONAL</b>
Professor 1	Projetos / Turno Diurno	Arquiteto	Não atua no setor AEC, ou junto ao BIM
Professor 2	Projetos / Turno Diurno	Arquiteto	Possui experiência de mercado através de projetos arquitetônicos, onde utiliza tecnologia BIM, e execução de obras.
			Atua no setor AEC, com

Professor 3	Tecnologia do Design, da Arquitetura e do Urbanismo / Turno Diurno	Arquiteto	experiência em projetos voltados à eficiência energética e utilização de tecnologia BIM
Professor 4	Tecnologia do Design, da Arquitetura e do Urbanismo / Turnos Diurno e Noturno	Arquiteto	Não atua no setor AEC, porém possui conhecimento na tecnologia BIM
Professor 5	Tecnologia do Design, da Arquitetura e do Urbanismo / Turnos Diurno e Noturno	Arquiteto	Experiência pregressa em implantação do BIM em escritório de arquitetura
Professor 6	Tecnologia do Design, da Arquitetura e do Urbanismo / Turno Diurno	Engenheiro civil	Experiência na construção civil junto ao setor AEC, conhecimento teórico do conceito BIM
Professor 7	Projetos / Noturno	Arquiteto	Possui experiência de mercado através de projetos arquitetônicos, onde utiliza tecnologia BIM.
			Possui experiência de mercado através de projetos

Professor 8	Projetos / Noturno	Arquiteto	arquitetônicos, onde utiliza tecnologia BIM, e execução de obras.
-------------	--------------------	-----------	---

Tabela 5: Identificação de entrevistados  
Fonte: O autor

Procurou-se identificar a perspectiva sob a qual o ensino do BIM está sendo implantado, o nível de competências cognitivas que se espera alcançar neste sentido e o grau de maturidade desta implantação. Além disso, procurou-se identificar as possibilidades de desenvolvimento de competências e habilidades que possam favorecer a interdisciplinaridade, o compartilhamento de informações e o trabalho em equipe, características essenciais do conceito BIM. Desta forma, as entrevistas procuraram identificar o nível de interdisciplinaridade e articulação existente entre as disciplinas relacionadas com conteúdos voltados ao setor AEC. Procurou-se, então, identificar as inter-relações entre as disciplinas de projeto e aquelas que as subsidiam, tais como as de topografia, estruturas, instalações diversas, planejamento e orçamento, dentre outras. O objetivo foi, portanto, identificar estratégias pessoais e coletivas entre os docentes que estão sendo desenvolvidas para o promover nos alunos competências capazes de permitir uma prática reflexiva e a habilidade de prover soluções adequadas frente às situações que surgirem na vida profissional.

Em relação às demandas de mercado, a entrevista procurou entender a forma como os responsáveis pela implantação e ensino do BIM enxergam as tendências, e o nível de preocupação com o direcionamento do conteúdo oferecido para atender as demandas efetivas do mercado de trabalho. Assim sendo, procurou-se entender na prática como o aluno vem sendo preparado para enfrentar os desafios futuros que o mercado proporcionará.

Foram ainda abordadas outras questões consideradas importantes, tais como a maneira pela qual os professores que oferecem o ensino do BIM vêm se preparando para atuar em sala de aula, indicando, assim estratégias adotadas pelos mesmos, visando sua formação, com o objetivo de desenvolver habilidades relativas a

demandas emergentes e à capacidade de retransmitir o conhecimento aos alunos de maneira satisfatória.

### **3.3.1 Resultado das entrevistas**

Dentre os professores entrevistados, todos consideram de grande importância a inserção do BIM no ambiente de ensino da escola, por entenderem que se trata de um conceito atual, que vem sendo bastante difundido, e que o seu conhecimento será fundamental aos alunos quando ingressarem no mercado de trabalho. Lembraram ainda que a adoção do BIM pelo mercado de trabalho, ainda incipiente, tende a crescer bastante, com expectativa de atingir grande abrangência, e que por este motivo, o tema deve fazer parte das questões tratadas por esta instituição.

#### **3.3.1.1. Início da inserção do BIM, através das disciplinas de projeto**

Um dos objetivos iniciais desta pesquisa em relação ao ensino do BIM foi conhecer a implantação do BIM na EA - UFMG, a fim de se investigar as tendências de evolução ao longo dos anos. Inicialmente buscou-se identificar a atuação dos entrevistados na implantação do BIM e eles foram questionados quanto a sua relação com o planejamento e início das atividades de ensino do BIM na instituição e a sua opinião quanto à evolução destas atividades. Dentre os entrevistados, os professores 2,5, 7 e 8 afirmaram ter participado ativamente da implantação, em ambos os turnos. Segundo os docentes, esta foi uma iniciativa própria, por meio da qual buscaram inserir os conhecimentos adquiridos na atuação pregressa em escritórios de arquitetura, levando estes conhecimentos para a sala de aula. O ensino do BIM se iniciou a partir de uma disciplina já existente, que utilizava a representação gráfica. Em sua origem, esta disciplina visava o desenvolvimento de habilidades de projeto, utilizando o desenho arquitetônico; na década de 1990, foi substituído pela representação utilizando o AutoCAD. Finalmente, no ano de 2016 os *softwares* Revit e ArchiCAD passaram a ser utilizados, ligados ao novo conceito BIM. Entretanto, nesta disciplina



não há imposição quanto ao uso de nenhuma ferramenta de representação em específico, sendo que a escolha e aprendizagem ficando a cargo dos próprios alunos, pois o foco das aulas não está mais na representação e sim no projeto. O professor 5, que também inclui o ensino do BIM em suas disciplinas desde o início, relata que esta vem sendo uma iniciativa particular de cada professor, e que não há na escola uma política referente à introdução do BIM em maior escala. Em sua opinião, esta é uma escolha acertada por entender que, apesar de se tratar de um conceito de grande importância no mercado atual, o BIM deverá sofrer alterações em um futuro não tão longínquo, em função do grande e constante avanço tecnológico imposto pelo mercado. Assim sendo, da mesma forma que antigas técnicas manuais de desenho foram substituídas por ferramentas tecnológicas mais modernas, o BIM deverá ser substituído por versões que se mostrarão mais atuais, e que estas no futuro também deverão dar espaço a outras ainda melhores.

Para o professor 5, uma das possibilidades que poderá ocupar lugar de destaque no mercado, será a adoção da IdC, ou Internet das Coisas, que através do conceito de interconexão digital de objetos existentes em nosso cotidiano, junto à internet, poderá ingressar no mercado da construção civil, superando então as tecnologias atuais. A Internet das Coisas é uma extensão da internet que conhecemos, capaz de se conectar a objetos diversos do nosso cotidiano, reunindo e transmitindo dados às pessoas. Assim sendo, de acordo com o professor 5, a utilização das plataformas BIM em um futuro próximo será feita através da união com a IdC, para utilização não apenas durante a construção de uma obra, mas em sua operação e manutenção de tecnologias existentes nas edificações prontas, como por exemplo, informações em relação à vida útil de equipamentos em geral.

Em relação à implantação do ensino do BIM nesta escola, o professor 7, um dos pioneiros, coloca que não há ações específicas por parte da instituição neste sentido, partindo dos próprios professores a iniciativa, conforme necessidade e interesse pessoal sobre a introdução do BIM em suas disciplinas. O que acontece atualmente é a oferta de disciplinas de fundamentação nos cursos diurnos e noturnos, com o objetivo de instrumentalizar o estudante, nas quais serão desenvolvidos conhecimentos dos *softwares* BIM. Em disciplina optativa do curso noturno, este docente tem apresentado as bases do *software* Revit e demandado que os projetos sejam desenvolvidos neste formato. Adotando o conceito prevalecente na escola de

não focar no domínio de *softwares*, mas na capacidade de lidar com diferentes demandas, tem sido orientado aos alunos que, através de iniciativa própria, se utilizem de tutoriais da internet com o objetivo de aprender ou se aprimorar no manuseio das ferramentas, sob orientação do docente e colaboração dos colegas (desenvolvendo uma modalidade de “*pear to pear learning*”). De acordo com sua visão, dentro desta estratégia adotada tem sido possível observar uma evolução desde a implantação do ensino utilizando o BIM. Entretanto, o foco tem sido apenas no desenvolvimento de projetos, sem haver, portanto, maior abrangência a respeito do conceito. Esta opinião é semelhante à do professor 8, também um dos pioneiros na implantação do ensino do BIM, que pontua que a evolução atual do ensino nesta escola não se dá em um âmbito maior, ou com maior abrangência, não havendo, portanto, estímulo a conceitos tais como a troca de informações ou mesmo o desenvolvimento do trabalho em equipe entre os alunos. Para o entrevistado, um dos motivos de o conhecimento sobre o BIM se disseminar nesta escola, se deve apenas à escolha dos estudantes em utilizar a sua tecnologia na realização de trabalhos acadêmicos de outras disciplinas, em virtude das facilidades oferecidas, fazendo com que, desta forma, haja algum tipo de difusão entre os discentes.

O professor 5 apesar não estar à frente da implantação do ensino do BIM na instituição, apresenta as possibilidades das ferramentas e de suas articulações e incentiva os alunos a se aprofundarem no tema. Ele também possui posição semelhante sobre a iniciativa de docentes que levaram seus conhecimentos de mercado de trabalho para sala de aula. Para o entrevistado, o fato de os alunos aprenderem o uso da tecnologia BIM logo no primeiro ano do curso, faz com que eles passem a utilizá-la nas disciplinas dos anos subsequentes, favorecendo a sua difusão. Segundo o professor 4, a expansão do BIM na escola pelos alunos, leva os demais docentes de outras disciplinas a se habilitarem a seu uso, fazendo com que se mantenham atualizados seja através de cursos ou mesmo por pesquisa própria.

O professor 3, por sua vez, enfatiza o caráter ferramental do BIM, ressaltando que o conceito deverá ser oferecido pela escola, em função de o mercado de trabalho requerer este conhecimento sem, porém, haver grande aprofundamento, como por exemplo aumento de carga horária ou disciplinas exclusivas sobre o tema. Para o entrevistado, “é preciso que seja ensinada uma boa base referente à profissão, que irá se integrar com outras bases existentes, de acordo com as demandas de mercado,

a serem escolhidas por cada um. Se especializarmos os alunos apenas em BIM, outras áreas serão prejudicadas.” Destacou ainda o fato de o BIM possuir grande destaque para inovações tecnológicas, que fatalmente serão substituídas ao longo dos anos, não devendo, portanto, ser o foco de ensino em uma estrutura curricular do curso de graduação.

Para o professor 6, que não acompanhou a introdução do ensino do BIM na escola, o atual estágio de sua implantação deve ser considerado como introdutório, uma vez que se limita apenas ao desenvolvimento de habilidades gráficas. Assim sendo, o ensino atual está focado exclusivamente no uso parcial das possibilidades de modelagem da informação dos *softwares* de produção de projeto, Revit e ArchiCAD. Não é repassada aos alunos uma visão real sobre a grande abrangência que o conceito envolve, não havendo inclusive nenhum tipo de esforço no sentido de se criar algum tipo de integração, seja entre temas, disciplinas, alunos ou mesmo professores.

### **3.3.1.2 Ausência de Integração entre disciplinas**

Um dos conceitos presentes no BIM se refere ao fato de haver grande integração entre as diversas frentes presentes em um empreendimento do ramo da construção civil. Assim sendo, todos os atores envolvidos deverão se comunicar, trocar informações, e atuar sempre em conjunto, para que o objetivo seja cumprido conforme estabelecido em seu planejamento. Um dos objetivos da pesquisa foi, portanto, identificar se há algum esforço no sentido de integrar as disciplinas que envolvam o setor AEC como temas em comum, visando à preparação dos alunos para atuarem frente a uma cadeia integrada em seu futuro profissional. Este questionamento obteve uma resposta negativa unânime por parte dos oito entrevistados, que afirmaram não haver nenhuma articulação efetiva entre as disciplinas tipo na escola, embora existam tentativas neste sentido. Não há ainda, um intercâmbio entre as disciplinas que envolvem projetos, e as disciplinas voltadas para a tecnologia ou para a construção, de forma a subsidiar uma modelagem de informações.

Para o professor 1, a implantação do ensino do BIM é de grande importância, em função de seu destaque atual no mercado de trabalho. Entretanto, acha que o conceito deverá ser oferecido no nível de fundamentação, sem maior aprofundamento, pelo

fato do foco de ensino da instituição não se limitar apenas a questões voltadas ao tema de projetos. Assim sendo, em sua opinião, o ideal seria oferecer uma visão inicial sobre o assunto, despertando a curiosidade dos alunos, para que, futuramente, aqueles que tiverem interesse em ingressar neste mercado busquem uma formação complementar, em cursos de pós-graduação.

Para o professor 3, pelo fato dos projetos de ensino da instituição não terem sido planejados em função do conceito BIM, não há integração entre as disciplinas, mesmo aquelas que possuem o setor AEC como tema em comum. Assim sendo, as disciplinas de projeto se encontram isoladas das demais que poderiam subsidiá-las, tais como topografia, estruturas, instalações gerais, arquitetura, planejamento, orçamento, conforto, concepção arquitetônica, dentre outras. Para o entrevistado, a integração não vem sendo feita sequer dentro das empresas do ramo, conforme sua experiência em atuação no mercado de trabalho. Em sua opinião, em função do grande volume de obras e serviços, em conjunto com um número limitado de profissionais, estas empresas não conseguem atingir um nível satisfatório de integração entre as equipes que compõem um projeto, se distanciando então de um dos conceitos fundamentais do BIM.

Para o professor 5, que exerce a docência em ambos os turnos, a integração entre disciplinas poderia ser considerada como um ideal a ser atingido, entretanto ressalta que as iniciativas neste sentido não têm conseguido vingar. O curso noturno, em sua formatação inicial, previa, como suporte nas oficinas de projeto, a participação de professores de outras disciplinas, mas a iniciativa não conseguiu ser operacionalizada. Também existem iniciativas pontuais entre professores que procuram articular suas disciplinas. A flexibilidade do curso noturno dificulta estas iniciativas, uma vez que os alunos têm uma ampla gama de disciplinas optativas e podem cursá-las em diferentes momentos - o que dificulta sua integração. O curso diurno por sua vez, tem uma matriz mais rígida, mas já consolidada dentro de temas estabelecidos. Existem algumas tentativas de articulação dentro do contexto de optativas, mas que são ainda incipientes. De qualquer forma, estas iniciativas não têm sido centradas no BIM e, sim, na busca de uma interlocução que eventualmente teria sido favorável ao BIM. Desta maneira o entrevistado observa então um distanciamento entre disciplinas importantes que envolvem temas do setor AEC.

Para o professor 4, existe um grande interesse por parte de alguns professores da área de projeto, no sentido de articular o ensino do BIM. Estes docentes têm tomado a iniciativa, conversando entre si, com objetivo de expandir o BIM nesta escola, junto a disciplinas que envolvam o tema. Entretanto, ressalta que o curso de arquitetura não é apenas voltado à preparação de alunos para atuarem na construção civil, havendo então abordagens junto a outros temas tais como patrimônio, antropologia ou sociologia, dentre outros. Desta forma, não seria indicado destacar o BIM como tema central de toda a estrutura curricular da escola. Em sua opinião, o ensino do BIM deve ser oferecido no nível de fundamentação, sendo apresentado como opção para quando os alunos forem ingressar no mercado de trabalho.

O professor 4 destaca ainda que os responsáveis pela criação do curso noturno tiveram o objetivo de criar a interdisciplinaridade tendo como base a área de projetos. Assim sendo, os professores das demais disciplinas oferecidas pelo curso deveriam oferecer conteúdo dentro das disciplinas de projeto, com elas articulados. Segundo informação deste entrevistado, na época da implantação do curso noturno, no ano de 2010, o ensino do BIM ainda não havia sido introduzido nesta escola. Entretanto foi possível notar que já havia a consciência de uma necessidade de articulação, apesar de o BIM não ser tema de discussão. Porém, esta linha pedagógica não se estabeleceu, e não vem sendo praticada desde então, mesmo nos dias atuais. Em sua opinião, a diversidade de ementas e conteúdos escolhidos por cada professor acabou sendo desfavorável para a implantação da integração. Para o professor 4, o ensino do BIM terá uma grande chance de ser implantado em breve, através do início dos formatos propostos pelas novas Normas Gerais de Graduação, aprovadas no segundo semestre de 2019, que atualmente se encontram em fase de pré-implantação. Tendo em vista esse modelo, será possível a implantação de disciplinas exclusivas sobre o BIM, através do oferecimento das chamadas Formações Complementares, que estarão disponíveis para os alunos que por elas optarem, como uma forma de especialização dentro da graduação.

Para o professor 2, apesar de não haver integração entre os docentes ou suas disciplinas neste curso, há a intenção de integração das disciplinas de projeto com outras que seriam consideradas complementares. Neste caso, as disciplinas de projeto seriam consideradas como núcleo da ação, estando ligadas a outras com temas variados, desde que voltadas ao setor AEC, como instalações diversas,

topografia, estruturas, dentre outras. Entretanto, segundo o entrevistado, a concretização desta iniciativa depende de questões organizacionais e políticas, para que possa ser implantada. “Existe um desejo de integração das disciplinas, tendo as de projeto como núcleo central, envolvendo as demais que possuem temas afins. Entretanto, existem questões organizacionais que exigiriam uma reestruturação curricular”. Em sua opinião, a exigência de uma reestruturação curricular pode ser considerada um empecilho para esta implantação, em função das grandes dificuldades.

Para o professor 6, há, nesta escola, diversos professores de disciplinas voltadas à construção civil que abordam o BIM em seu conteúdo, inclusive este entrevistado. Entretanto, em sua visão, a abordagem é feita apenas para temas voltados para a representação gráfica, nas disciplinas específicas deste tema, ou de maneira superficial, quando são abordados apenas conceitos de fundamentação. Falta, então, um maior aprofundamento na abordagem de assuntos de extrema relevância inseridos neste conceito, como por exemplo, a troca constante de informações, o trabalho em equipe e a colaboração mútua. Apesar de haver ciência sobre o tema, falta um esforço por parte dos professores e responsáveis no sentido de implantar o conceito de forma mais aprofundada. Para o entrevistado, “não apenas o BIM deve ser uma cadeia integrada, mas toda a construção civil. Por este motivo, as disciplinas de um curso deste setor também devem observar esta aproximação, o que não vem ocorrendo nesta escola”. Outro ponto considerado como desfavorável em relação à transmissão de conhecimentos aos futuros profissionais é a falta de professores com experiência prática a ser levada para a sala de aula, segundo este entrevistado, fator de grande importância no ensino do BIM.

Na opinião do professor 7, um dos pioneiros no ensino do BIM do curso noturno, não há uma política por parte da instituição voltada à integração de disciplinas. Além disso, a falta de experiência prática também foi considerada por este entrevistado como um dos fatores que contribuem para esta ausência. Em sua opinião, talvez seja possível perceber algum tipo de integração apenas entre os profissionais que utilizam o BIM no mercado de trabalho, em função das demandas com que estão acostumados a lidar. “Penso que nesta instituição de ensino, os professores possuem uma autonomia muito grande em suas disciplinas, focando apenas nelas, não havendo, portanto, grande interação entre os docentes”. Para o entrevistado, esta é uma situação que

deverá permanecer enquanto vigorar a atual organização da universidade, devendo sofrer alterações apenas na eventualidade de implantação das mudanças apresentadas nas novas Normas Gerais de Graduação.

Para o professor 8 a falta de integração entre as disciplinas se deve ao fato de o BIM ser ensinado apenas como ferramenta gráfica. Em sua opinião, esta é uma questão que deveria ser mais bem planejada, visando uma formação mais completa dos futuros profissionais, devendo inclusive, haver uma política de aproximação com as disciplinas oferecidas pelo curso de engenharia civil desta universidade.

### **3.3.1.3 Influência incipiente na cooperação e trabalho em equipe dos alunos**

No que diz respeito ao conceito BIM, a troca de informações e maior integração entre os profissionais, conforme já destacado anteriormente, deve ser praticada ao longo de todo o desenvolvimento de um projeto de construção civil, com intuito de fortalecer a comunicação entre os envolvidos, sendo considerada condição fundamental para sua implantação em um empreendimento deste setor (MANZIONE, 2016). Entretanto, para o autor, três fatores são considerados como obstáculos para se implantar o BIM em uma empresa: pessoas, tecnologia e gestão. Administrar pessoas talvez seja a mais complicada das tarefas, pois envolve um número elevado de profissionais, e dificilmente se consegue um bom nível de cooperação e comunicação entre todos, além da presença de inevitáveis conflitos (MANZIONE, 2016). Questões como a dificuldade de trabalhar em equipe e a resistência às mudanças estão entre as principais dificuldades relatadas.

Com o intuito de entender o nível de cooperação existente no ambiente de ensino e identificar indícios de eventuais mudanças com a introdução do BIM, os entrevistados foram questionados quanto à influência do conceito BIM em aspectos relativos à cooperação e trabalho em equipe, entre os próprios estudantes.

Seis entrevistados responderam que não consideram que houve qualquer tipo de alteração na integração entre os alunos em função de influência do ensino do BIM. Para eles, este conceito, considerado um dos pilares do BIM, vem sendo repassado de forma superficial nas aulas, muitas vezes não sendo sequer mencionado, e que

por este motivo os alunos não possuem uma noção aprofundada sobre a questão. Assim sendo, o atual ensino do BIM na instituição tem se limitado ao uso dos softwares Revit e ArchiCAD, possibilitando que os alunos desenvolvam habilidades voltadas apenas a representação gráfica, não havendo, portanto, uma abordagem que promova o trabalho em equipe e a constante troca de informações.

Para os entrevistados 3 e 6, esta noção de cooperação será adquirida apenas quando os alunos ingressarem no mercado profissional, atuando em projetos e empreendimentos junto ao conceito BIM, aprendendo na prática dentro dos escritórios em que forem trabalhar. Os entrevistados 1 e 4, por sua vez, destacaram o grande leque de competências que podem ser desenvolvidas em um curso de arquitetura, o que faz com que o BIM não possa ser tratado como foco exclusivo.

Para o professor 4, uma abordagem mais ampla é de fundamental importância para o ensino do BIM. Porém, o atual modelo pedagógico dos cursos de graduação oferecidos pela instituição não permite que haja uma especialização em tópicos específicos. Por um lado, segundo o entrevistado, arquitetura e urbanismo, são temas extremamente interdisciplinares, incluindo interfaces com diversas disciplinas, e abordando uma variedade de enfoques como, por exemplo, projetos, patrimônio, história, construção, planejamento urbano, tecnologia, dentre muitos outros; por outro, os cinco anos da graduação não são suficientes para o aprofundamento de todos os temas inerentes à profissão. Em diversos países isto já levou, por exemplo, à separação dos cursos de arquitetura e urbanismo, ou à criação de formações superiores em tecnologia e/ou gestão da construção. Assim sendo, nesta situação, os alunos que optarem pelo mercado do BIM deverão buscar conhecimentos extraclasse, por iniciativa própria, em cursos, eventos diversos, além de programas de estágio e experiência profissional. Conforme já havia observado anteriormente, o professor destaca o potencial do novo projeto pedagógico que está em fase de implantação, no sentido de criar as Formações Complementares, que irão permitir aos alunos escolher, dentro da graduação, o campo de estudos em que desejam se aprofundar.

Para o professor 6, um dos entrevistados que responderam não ter percebido nenhuma mudança entre os alunos quanto à cooperação, este pode ser um ponto a ser evoluído, uma vez que o trabalho em equipe é uma questão bastante relevante, que abrange todos os setores profissionais, não só a aplicação do conceito BIM. Por



este motivo o trabalho colaborativo e em equipe deveria ser mais bem explorado dentro da escola, pois favoreceria o mercado como um todo. Foi ressaltado ainda que vários profissionais passam por relações conflituosas em sua vida profissional, justamente pela falta de prática de cooperação e trabalho em equipe. Para o professor 7, o ensino do BIM nesta escola ainda não foi capaz de aumentar a integração entre os alunos. Segundo o entrevistado, “pelo fato de os alunos não possuírem a noção real da integração exigida pelo BIM, acabam por não desenvolverem entre eles mesmo essa noção, que só deverá ser aprofundada após entrarem no mercado de trabalho”.

O professor 1 também respondeu não ter percebido nenhum tipo de mudança no comportamento dos alunos decorrente da utilização do BIM, talvez em função da falta de proximidade com o tema. O entrevistado 5 corrobora com a ideia de não haver influência do BIM em relação ao nível de cooperação entre os estudantes. Em sua opinião, “não tem acontecido com frequência nesta escola. Não percebo nenhum tipo de integração entre eles, mas sim um certo incômodo quando proponho determinadas atividades em conjunto, pois os mesmos preferem trabalhar de maneira individual”. O professor 2 foi o único que afirmou ter observado um aumento na cooperação entre alunos que lidam com este conceito, afirmando ainda que nas disciplinas em que trata do tema, ressalta este ponto como sendo de extrema importância na preparação dos futuros profissionais. Segundo informou, procura orientar seus estudantes no sentido de levarem aos escritórios onde porventura atuem, ou atuarão no futuro, a ideia de integração e colaboração.

#### **3.3.1.4 Relações entre o ensino e o mercado: a importância de “aprender a aprender”**

Em uma das etapas, este trabalho procurou identificar as relações entre o ensino e o mercado a partir da perspectiva dos docentes. Dentre as respostas, três professores consideraram que a instituição conhece as demandas de mercado, enquanto cinco responderam de maneira contrária.

Para o professor 1, conhecer as demandas de mercado é uma maneira importante de se planejar a oferta de determinados temas, que serão utilizados pelos alunos em seu futuro profissional. Entretanto, ressalta que as tendências mudam, e não se pode

buscar grandes aprofundamentos em questões que poderão sofrer alterações, principalmente se voltadas à tecnologia.

Para o professor 2, não há na instituição pesquisas voltadas ao conhecimento das demandas de perfil profissional no mercado. Em sua opinião, o curso tem como objetivo criar nos estudantes uma postura crítica acerca do que vem sendo praticado em termos de projetos arquitetônicos na atualidade, e deve focar na preocupação de buscar uma melhor qualidade do produto final. Em relação às demandas atuais voltadas ao BIM, este entrevistado acredita que sua disseminação será feita através da iniciativa dos profissionais das novas gerações, que já dominam a tecnologia existente, e ainda em função do programa de disseminação previsto pelo governo, que prevê a obrigatoriedade de sua utilização em obras públicas até o ano de 2028. Esta ação governamental tem previsão de início no ano de 2021.

Para o professor 3, o simples fato de os docentes atuarem junto ao mercado de trabalho já pode ser considerado como suficiente para conhecer de perto as demandas de mercado. Desta forma, através da atuação em projetos e empreendimentos do setor, o professor terá um embasamento maior, havendo condições de levar temas atuais para a sala de aula.

Na opinião do professor 4 não há e nem deve haver pesquisas ou análises voltadas a demandas do mercado, visando à preparação dos futuros profissionais. Segundo o docente, a variedade de competências de um profissional da arquitetura é muito extensa, havendo abordagens voltadas a diversos temas diferentes, cabendo aos alunos, após conhecê-los, buscar se especializar no conteúdo de sua escolha, visando o ingresso no mercado profissional. Adicionalmente, o entrevistado destaca que o mercado está em constante evolução e o que o curso deve oferecer é a competência de lidar com novas situações de maneira satisfatória. Por este motivo, cabe então à escola oferecer a oportunidade de os alunos ingressarem na profissão, e a capacidade de se atualizarem frente às transformações do contexto. De acordo com o entrevistado, “o aluno tem que aprender a evoluir, improvisar, de modo que ele saia da instituição com a capacidade de inovar, uma vez que o mercado apresenta constantes evoluções e novas ideias tecnológicas, e assim sendo as pessoas deverão ter a capacidade de se adaptar a demandas emergentes. Por este motivo não deve haver grandes aprofundamentos em BIM durante a graduação”. Assim, em sua

opinião, mais importante do que preparar os alunos para atender às demandas atuais do mercado, que fatalmente sofrerá mudanças periódicas, é desenvolver nos mesmos a capacidade de estarem atentos às mudanças e, por iniciativa própria, estar sempre renovando seus conhecimentos e habilidades, que serão fundamentais para se manter no mercado. Assim sendo, em suas palavras, os alunos precisam “aprender a aprender”.

Na opinião do professor 5, a Escola de Arquitetura da UFMG não foca diretamente nas demandas de mercado, e sim em novidades e tendências futuras, que deverão aparecer para os profissionais, e através disto, procura influenciar os alunos a atuarem junto a novos temas. Em sua opinião, estando sempre atentos aos avanços tecnológicos, os alunos se colocam em uma posição privilegiada, podendo inclusive estar à frente do que o mercado procura em determinado momento, uma vez que, por se tratarem de tendências, não haver profissionais habilitados a atuarem frente aquele determinado tema ainda. Entretanto, os alunos já terão uma pequena noção do que está por vir.

Na visão do professor 6, a procura pelo conhecimento das demandas de mercado não é uma diretriz adotada pelo curso. De acordo com seu relato, não existe a preocupação com aquilo que o mercado de trabalho procura em relação ao desenvolvimento de habilidades, cabendo aos alunos a iniciativa de se preparar especificamente através de cursos extracurriculares e buscas por áreas de maior interesse próprio. Esta resposta corrobora integralmente com a opinião do professor 8.

Para o professor 7, não há pesquisas sobre demandas de mercado, e este encaminhamento não deve ser adotado pela escola. Segundo o entrevistado, este ponto de vista se baseia no fato de o mercado englobar uma infinidade de tendências e também modismos e, desta forma, não há como cobrir todos nem direcionar o ensino da graduação apenas para determinados focos, em detrimento de outros. Além disso, a constante atualização oferecida pelo mercado, principalmente em relação a aspectos tecnológicos, impede uma abordagem mais direcionada. Para este entrevistado, mais importante que visar as demandas de mercado na habilitação de futuros profissionais, é o fato de criar bases para abertura de novos caminhos a serem

seguidos pelos estudantes, citando como exemplo programas de estágio, onde os alunos poderão ter conhecimento prático sobre o mercado de trabalho.

### **3.3.1.5 Articulações entre a prática profissional e o aprendizado dos docentes**

O BIM é um conceito criado ainda na década de 1970, nos Estados Unidos, mas que vem conseguindo maior abrangência no mercado nos últimos anos, tendo seu ensino nas universidades iniciado a partir de 2003 (BARISON, 2010). Entretanto, a adoção da tecnologia foi inicialmente muito lenta, alcançando uma maior participação no mercado apenas nos últimos 10 anos (OLATUNJI, 2019). Desta forma, a pesquisa procurou entender como se deu a “formação dos formadores”, ou seja, a forma pela qual os professores desenvolveram suas competências BIM, sua atuação neste mercado fora da universidade, e a influência do tipo de formação nos conteúdos oferecidos.

O professor 2, um dos responsáveis pela implantação do ensino do BIM ao oferecer a primeira disciplina contendo o tema, no ano de 2016, adquiriu conhecimento através de sua atuação no mercado de trabalho, junto a escritório de arquitetura, onde atuava na concepção de projetos. Em sua opinião, mais importante do que a preparação adquirida em cursos voltados ao BIM, ou ainda atuações como projetista, é a experiência adquirida por ele, através da atuação na execução de obras. Para este entrevistado, acompanhar o cotidiano de construções fez com que aprendesse noções importantes da lógica construtiva, auxiliando fortemente na sua formação como docente, onde pode aliar o conhecimento teórico junto ao prático. Desta forma, independentemente do tipo, tamanho ou duração da obra, o acompanhamento sistemático de suas atividades enriquece seu conhecimento e se faz de extrema utilidade na atuação como professor.

O professor 5 corrobora com esta opinião, ressaltando não ter conhecimento da formação dos demais colegas docentes desta escola. Para o entrevistado, a experiência profissional no mercado de trabalho traz conhecimentos práticos importantes para o exercício da docência, possibilitando aos alunos conhecerem de forma mais aprofundada o exercício da profissão, através de temas trazidos pelos

professores. Segundo este entrevistado “é importante aproximar a prática junto à sala de aula. Procuo inclusive trazer profissionais de diversos temas voltados à arquitetura para falar aos alunos sobre experiências diversas”.

Atualmente, o professor 7 entende que há nesta escola dois tipos de perfis básicos dentre os docentes que trabalham o BIM. Inicialmente existem aqueles que adquiriram conhecimentos teóricos voltados a questões conceituais, de base, buscando conhecimento por iniciativa própria, através de cursos e pesquisas. Por outro lado, existem os professores que lidam com prática de modelagem, e que atuam diretamente no mercado de trabalho através de projetos, trazendo essa expertise para dentro da sala de aula. Em sua visão, estes professores são os responsáveis diretos pela condução do ensino do BIM na escola.

Para o professor 8, a prática arquitetônica vem sendo considerada de grande utilidade para aquisição de conhecimentos a serem levados para sala de aula. Entretanto, por se tratar de academia, a estratégia de pesquisa é fundamental para visar uma preparação profissional adequada. Para o entrevistado, “a preparação ideal do professor é se informar, pesquisar, e se desenvolver em conjunto com os alunos”. Esta posição é compartilhada também pelo professor 1.

Para o professor 4, o caminho percorrido para aprendizado do BIM foi através da realização de cursos e pesquisas sobre o tema. Em sua opinião, a instituição incentiva os professores a se atualizarem, muitas vezes oferecendo inclusive tempo para dedicação a cursos e pesquisa procurando proporcionar aos docentes uma melhor preparação, e atualização frente às inovações de mercado. Entretanto, não há obrigatoriedade neste sentido. Assim sendo, esta iniciativa parte dos próprios professores, que deverão estar atentos às possibilidades e buscar assim adquirir os conhecimentos necessários.

Na visão do professor 6, não existe na instituição uma política voltada à preparação aprofundada do conteúdo a ser ensinado, que aborde o BIM em toda sua abrangência. Para o entrevistado, o que ocorre são iniciativas pontuais de alguns professores em se atualizar através de cursos existentes no mercado, voltado ao desenvolvimento de habilidades tecnológicas. Além disso, este professor destaca o fato de alguns professores possuírem experiências práticas, adquiridas no exercício da profissão de

arquiteto, principalmente no ramo de projetos, e que levam seus conhecimentos para sala de aula.

### **3.3.1.6 Atual estágio do ensino do BIM na instituição**

A pesquisa buscou conhecer o estágio atual do ensino do BIM na instituição, desde o início de sua implantação até os dias de hoje. O objetivo foi estabelecer parâmetros para avaliar as características da implantação das ferramentas e sua evolução ao longo dos anos, a fim de se conhecer o grau de maturidade em que se encontra. Procurou-se, portanto, identificar se houve alguma mudança na forma como as ferramentas e o conceito BIM têm sido apresentados aos alunos ou se continuam inseridos no contexto de disciplinas existentes. Os entrevistados foram questionados quanto à sua percepção sobre a relação entre o aprendizado efetivo do BIM ocorrido na instituição e suas expectativas. Dentre os oito entrevistados, os professores 1, 3 e 4 entendem que os resultados têm sido satisfatórios; enquanto os demais consideram pouco satisfatórios.

O professor 4 considera o atual estágio satisfatório, entendendo que no nível da graduação o objetivo do ensino é mostrar caminhos. Em sua opinião, a função da escola é passar noções conceituais sobre temas diversos, como o BIM, e orientar os alunos a buscarem maior aprofundamento através de iniciativa própria. Relembra mais uma vez as já mencionadas possibilidades que o sistema de Formações Complementares poderá trazer.

Para o professor 3, o BIM no mercado de trabalho tende a ampliar sua adesão entre os profissionais, em função de suas facilidades, conceitos abrangentes, e ainda por eventuais programas de incentivo junto ao governo. Entretanto, para o entrevistado, a graduação da escola não deve focar no ensino de tendências, pelo fato de haver possibilidades de mudanças constantes, como por exemplo, toda a tecnologia presente no BIM, através de seus *softwares*. Embora permita dar um grande passo além da representação e modelar informações, provavelmente atenderá principalmente às necessidades dos profissionais de projeto, que em muito pouco tempo adotarão em massa as possibilidades tecnológicas oferecidas pelo BIM, em substituição às ferramentas de mera representação que ainda prevalecem

atualmente. O entrevistado considera não haver necessidade de dar maior destaque ao ensino do BIM, considerando satisfatório o ensino atual.

Para o professor 2, o ensino do BIM vem ganhando destaque, mas ainda se encontra aquém do que deveria em termos de abrangência, e este quadro só deverá ser superado, havendo integração entre disciplinas de mesmo tema, voltadas ao setor AEC. Caso se atinja este estágio, o ensino poderá ser visto como satisfatório, devendo inclusive se propagar e ganhar lugar de maior destaque nos cursos. Segundo o entrevistado, “É necessário cada vez mais focar na ideia do BIM, aumentando sua abrangência junto a outras disciplinas”.

De acordo com a visão do professor 5, o ensino do BIM pode ser considerado pouco satisfatório no estágio atual, concentrando-se apenas em disciplinas de fundamentação nos primeiros períodos, não havendo, posteriormente, diretrizes acadêmicas ou esforços voltados para o incentivo ao uso do pleno potencial existente neste conceito. Os alunos utilizam a plataforma apenas como ferramenta de representação, porém não desenvolvem habilidades relacionadas à modelagem da informação, ao desenvolvimento de habilidades relacionais ou à capacidade de lidar com a complexidade. Segundo o entrevistado, “é pouco explorado o ensino do BIM, sendo apenas voltado a uma introdução na fundamentação, sem que seja trabalhado nos alunos uma motivação para que conheçam toda a abrangência do BIM”.

O professor 8 considera que o ensino do BIM poderia estar em estágio mais avançado, indo além da mera representação e abordando questões relevantes para a compatibilização de projetos, para a construção, para o conforto ambiental, para a sustentabilidade, para a interação dos projetistas. Entretanto, em virtude da falta de profissionais habilitados ao ensino, atualmente uma evolução neste sentido seria considerada difícil de ocorrer. “Gostaria que a escola oferecesse disciplinas específicas sobre BIM, com conteúdo mais avançados. Porém, atualmente isto não seria possível”.

Para o professor 6, o ensino do BIM nos cursos oferecidos pela instituição se resume ao desenvolvimento de habilidades gráficas, não sendo, portanto, abordados temas e conceitos como planejamento ou gestão. Em sua visão não há perspectiva de ampliar o ensino para uma maior abrangência, em virtude da falta de uma diretriz específica neste sentido, o que tem limitado a sua abrangência à área de projetos.

Para o professor 7, o ensino do BIM não se encontra em um nível considerado satisfatório, tendo em vista a importância e a abrangência deste conceito. Um dos fatores responsáveis por isto, na opinião deste entrevistado, é justamente a falta de vivência prática no mercado do BIM por parte dos docentes que atuam nos cursos. Em sua opinião, não há, portanto, uma preparação adequada que permita aos alunos lidar com as múltiplas possibilidades que o BIM apresenta.

Para o entrevistado, o aumento da utilização do BIM no mercado profissional tende a despertar um maior interesse em docentes e discentes, aumentando as possibilidades de adoção das ferramentas. É, portanto, possível que haja um movimento no sentido de estabelecer diretrizes que permitam uma implantação do conceito de uma forma mais estruturada, surgindo inclusive a possibilidade de inclusão de algumas disciplinas específicas sobre o tema, o que dependeria também de uma melhoria na estrutura existente, como por exemplo, laboratórios e aquisição dos *softwares* a serem utilizados.

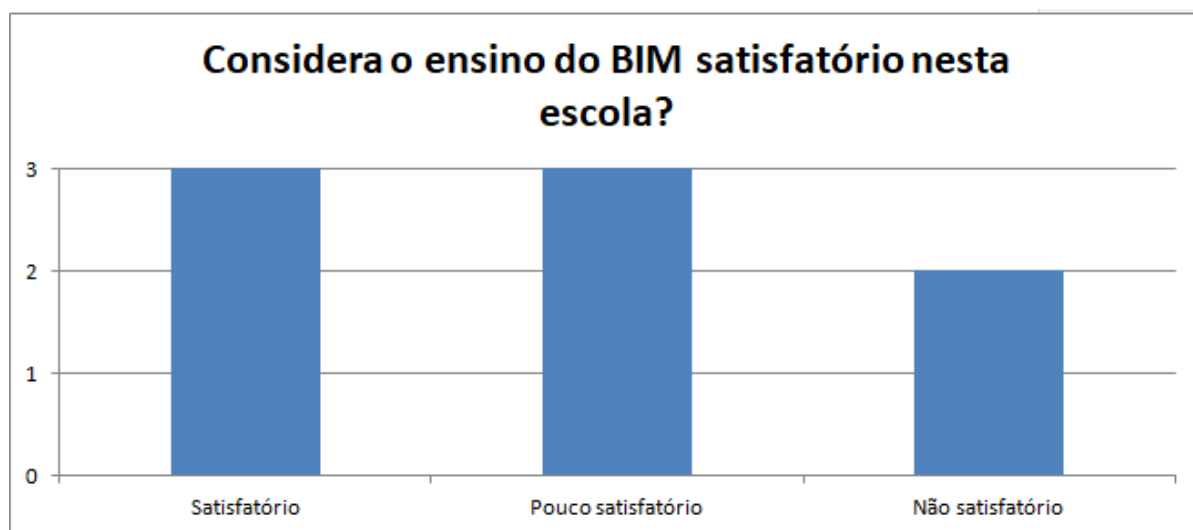


Gráfico 6: O ensino do BIM se encontra em estágio satisfatório?

Fonte: O Autor

### 3.3.1.7 BIM: Ferramenta tecnológica ou conceito abrangente?



O BIM vem ganhando destaque mais recentemente, a partir da década de 2000, segundo Manzione (2016). As premissas em que se baseia partem da utilização de ferramentas tecnológicas sofisticadas que permitem um padrão até então inédito de modelagem da informação e interação entre os intervenientes na indústria da construção. A entrevista procurou identificar até que ponto os docentes enxergam as possibilidades de utilização do pleno potencial da tecnologia. Eles foram, então, questionados sobre sua percepção quanto à abrangência do BIM.

Verificou-se que todos os docentes entrevistados têm consciência das oportunidades que o BIM traz em termos de avanços para o setor da construção, sendo capaz de promover grandes alterações na dinâmica do setor, de mudar a dinâmica dos processos e melhorar a qualidade final da construção.

Para o professor 6, o BIM pode ser considerado uma quebra de paradigma, uma vez que modificará fortemente a maneira de se atuar em empreendimentos do setor AEC. Em sua opinião, será necessário um grande esforço por parte dos profissionais e das empresas para se adaptarem a uma realidade bastante diferente da atual. Serão necessários investimentos em tecnologia, *softwares*, máquinas, a reconfiguração de departamentos de TI, além de treinamento para os envolvidos. Além desta questão, haverá uma mudança obrigatória nas abordagens de processo, incluindo questões tais como trabalho em equipe, e trocas constantes de informação o que vai demandar uma mudança de comportamento entre os envolvidos.

Segundo o professor 7, que compartilha desta opinião, para que o BIM seja implantado de maneira satisfatória no mercado AEC, será necessária uma mudança comportamental. Desta forma, um dos entraves a serem enfrentados, será a resistência de alguns profissionais em buscar novos conhecimentos, encarando a aquisição de conhecimentos relativos ao BIM como um novo desafio a ser superado. Provavelmente, serão os profissionais com mais experiência dentro de uma abordagem tradicional que terão mais dificuldade em adotar as novas estratégias.

Em relação a este tema, o professor 4 entende que o ingresso de jovens profissionais, mais receptivos a inovações, uma vez que não têm ainda muita experiência a ser “sucateada” nessa linha de atuação, deverá influenciar os profissionais mais antigos a se atualizarem, sob o risco de perderem espaço no mercado. Desta maneira o BIM tenderá aos poucos a ter uma maior difusão. O entrevistado destacou, porém, que a

necessidade de organização em rede, condição para o pleno aproveitamento do potencial do BIM, fragiliza a sua adoção de forma plena, pois não basta que um profissional adote as ferramentas de forma estaque. Seus interlocutores, que interagem com ele em outras frentes da construção, também têm que adotar a mesma abordagem para configurar um ambiente de interação dentro do conceito proposto.

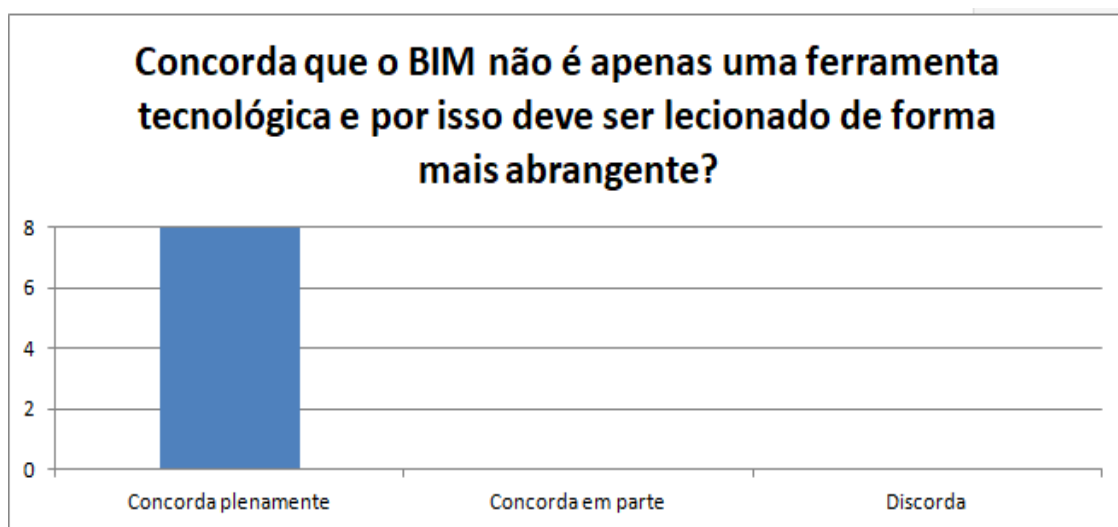


Gráfico 7: Nível de importância do BIM

Fonte: O Autor

### 3.4 Questionário aplicado aos discentes

A entrevista com os discentes se deu no primeiro semestre de 2020, através de envio de questionário via internet, com utilização de plataforma gratuita, sendo desta forma possível colocar questões voltadas ao tema, recebendo as respostas online, mantendo o anonimato. A pesquisa foi dividida em três partes, sendo a primeira destinada à identificação de características dos entrevistados. A segunda voltada a questões sobre o BIM nesta universidade, e a terceira sobre a utilização do BIM junto ao mercado de trabalho. O questionário foi respondido por vinte e dois alunos do curso

de arquitetura da UFMG, (sendo dois deles recém-formados), turnos diurno e noturno e procurou abranger estudantes de todos os períodos, do início ao fim da graduação. O objetivo da entrevista junto aos discentes foi conhecer o nível de conhecimento sobre o conceito, de utilização, bem como o interesse no tema. Procurou-se identificar se os discentes entendem o BIM como ferramenta de representação / modelagem ou “facilitador do processo de projeto colaborativo”; a importância que atribuem ao domínio das ferramentas para a relação com o mercado de trabalho após a graduação, sua percepção sobre a relação entre o uso das ferramentas e a criatividade; as dificuldades para inserção do ensino nos cursos de graduação, e sugestões neste sentido.

Inicialmente, na primeira parte, a pesquisa procurou conhecer o perfil dos entrevistados, que puderam identificar o período que estão cursando, bem como o turno, conforme verificado na Tabela 6:

PERÍODO/ TURNO	2º P	3º P	5º P	7º P	8º P	9º P	10º P	Formandos
DIURNO	1	1	1	3	3	1	2	2
NOTURNO			1	1	3		3	

Tabela 6: Perfil dos discentes  
Fonte: Autor

Em seguida a pesquisa procurou entender como haviam sido os primeiros contatos dos alunos com o BIM. Através das respostas, foi possível perceber que alguns alunos conheceram o conceito imediatamente após o ingresso na universidade, por meio de cursos extraclasse realizados por iniciativa própria (cursos online ou presenciais). Alguns alunos responderam terem tido contato com o BIM simultaneamente na universidade, e em cursos realizados online, através da internet, respondendo, portanto, mais de uma vez. Três alunos responderam não terem tido qualquer contato com o BIM até a data da entrevista. O Gráfico 8 apresenta esta relação:

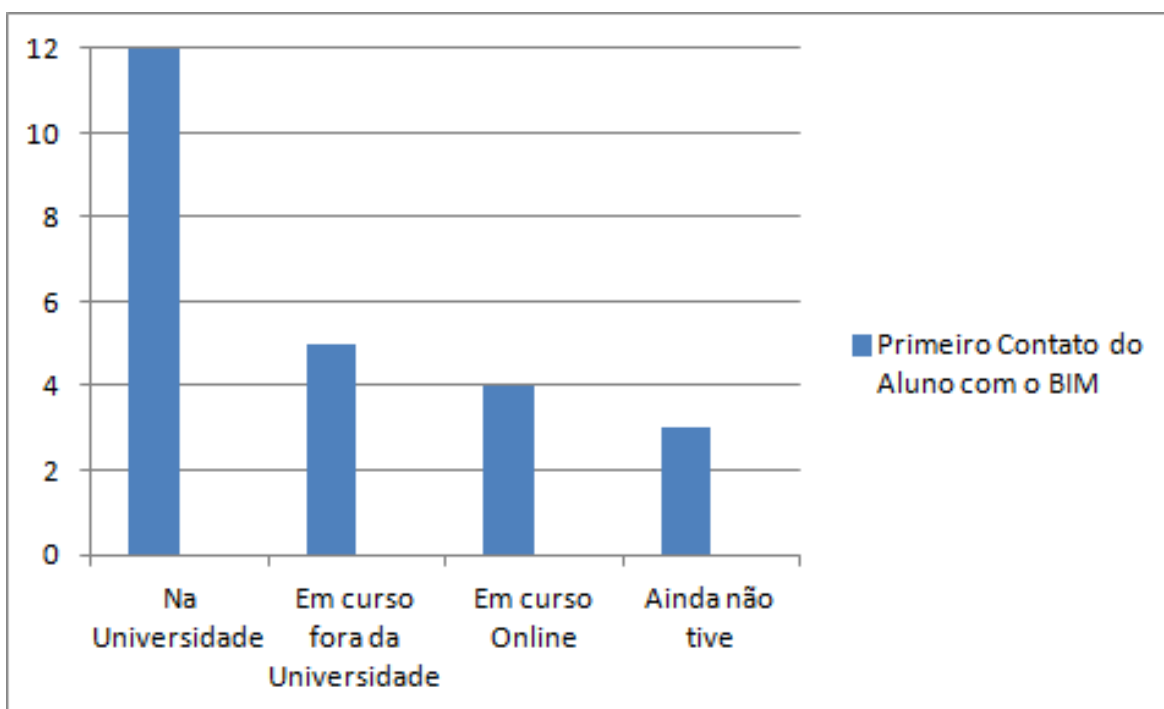


Gráfico 8: Primeiro contato com o BIM

Fonte: Autor

Foi possível também identificar que mais da metade dos alunos não tinham conhecimento sobre o BIM antes de seu ingresso na universidade. Por se tratar de um primeiro contato com esta ferramenta de grande complexidade, os alunos inicialmente desenvolvem habilidades voltadas para a representação, através do uso dos *softwares* de arquitetura da plataforma BIM, tais como Revit e ArchiCAD.

Em seguida, procurou-se fazer um levantamento sobre as estratégias que os alunos utilizaram para desenvolver as competências iniciais.

Dos vinte e dois entrevistados, quatorze responderam à questão, indicando dezoito situações diferentes. Em uma das respostas foi possível observar a utilização do “*Peer to Peer Learning*”, ou seja, o aprendizado entre pares, havendo troca de informações entre os próprios alunos. Conhecido como método de Instrução entre Pares, ou ainda *Peer Instruction*, o modelo apresenta uma nova relação entre aluno-professor e ainda na relação aluno-aluno. Assim sendo, a interação ocorre dentro de sala de aula, podendo progredir conforme compreensão e aceitação dos alunos (MÖRSCHBÄCHER, 2017). Segue abaixo Gráfico 9, com dados desta resposta:

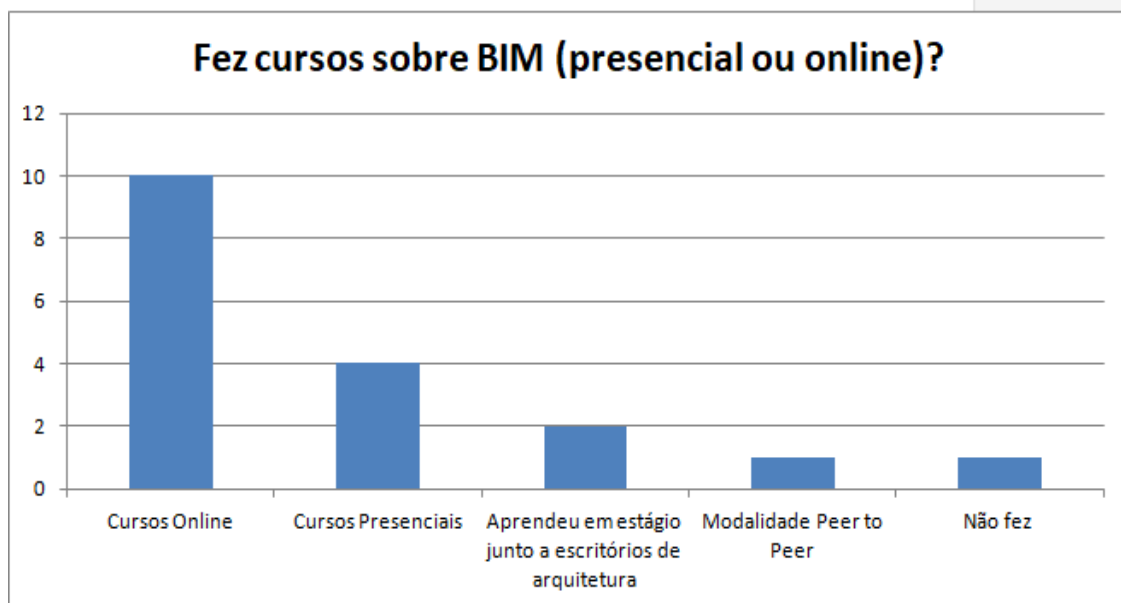


Gráfico 9: Realização de cursos sobre BIM

Fonte: Autor

A segunda parte do questionário teve como tema o BIM na universidade, com questões relacionadas à experiência e interesse dos alunos quanto às disciplinas que ofereciam conteúdo diretamente relacionados ao tema.

A primeira pergunta desta segunda parte, respondida por onze entrevistados, procurou identificar se os alunos já haviam cursado alguma disciplina utilizando o BIM. Dois alunos responderam terem cursado duas disciplinas com o tema BIM, aumentando, portanto, o número de respostas, e os demais apenas uma. As respostas para esta questão estão relacionadas no Gráfico 10 a seguir:

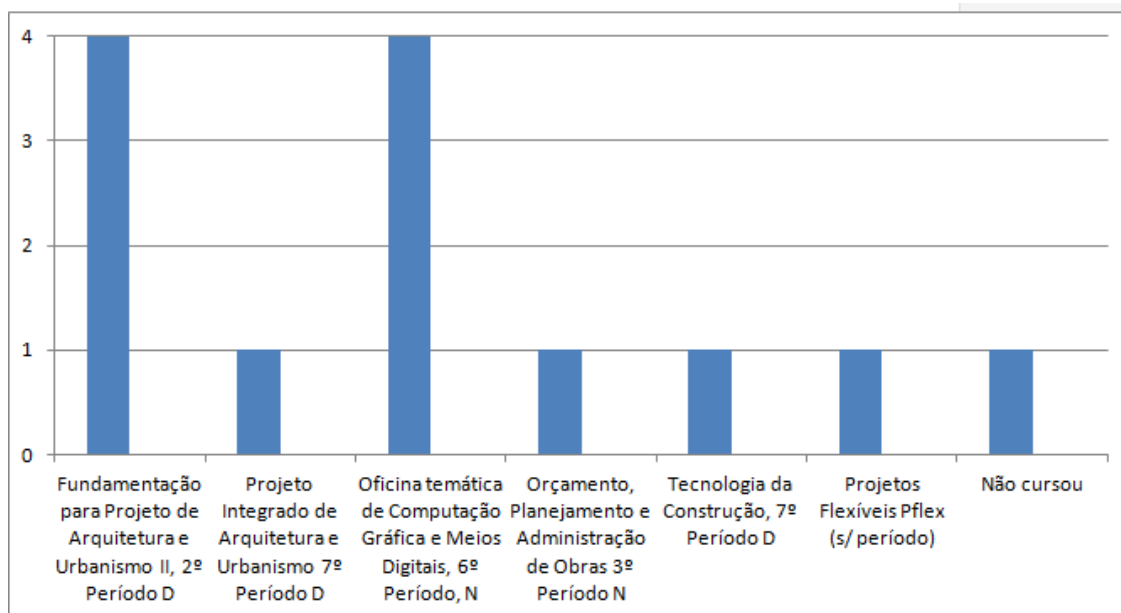


Gráfico 10: Disciplinas cursadas sobre BIM

Fonte: Autor

A segunda pergunta teve como objetivo conhecer o foco do ensino oferecido pelas disciplinas que envolvem o BIM, cursadas pelos alunos. Desta forma procurou-se conhecer o nível de abrangência do conteúdo disponibilizado pela escola, e quais áreas do setor AEC estão sendo contempladas com o ensino do BIM nesta instituição. Esta pergunta, respondida por onze alunos, contou com quatorze respostas, sendo que a maioria indicou a arquitetura como foco do ensino, conforme mostra Tabela 9:

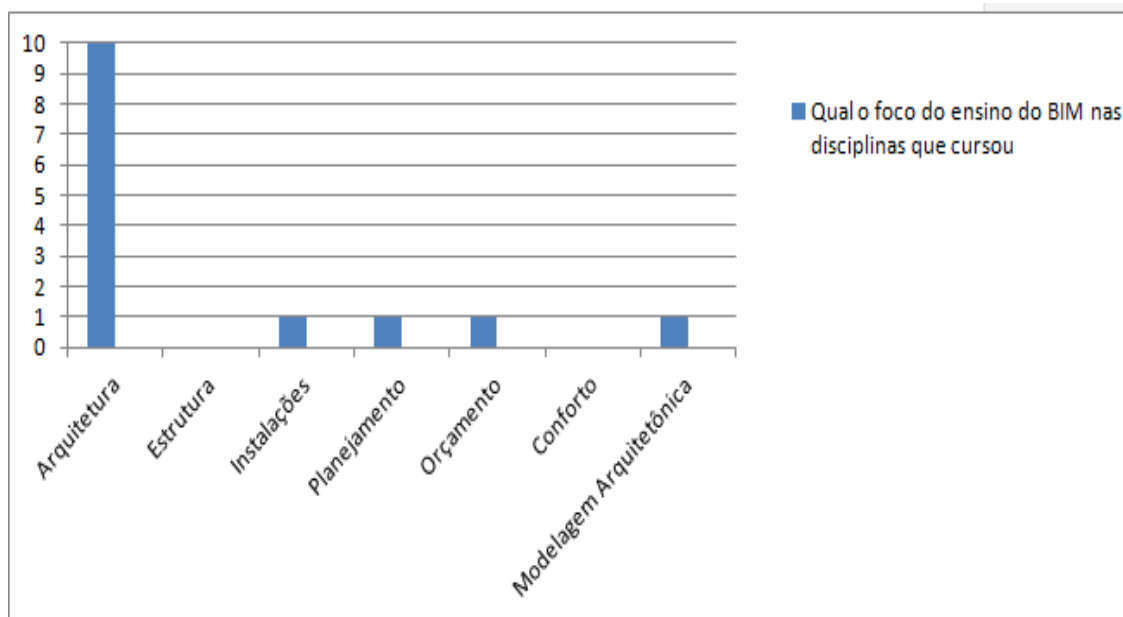


Gráfico 11: Foco do ensino do Bim nas disciplinas

Fonte: Autor

Através da terceira pergunta desta segunda parte do questionário, a pesquisa procurou identificar dentre os alunos que já haviam cursado disciplinas que envolveram o BIM, qual tipo de abordagem as mesmas ofereciam. Nove dos alunos entrevistados responderam que a abordagem das disciplinas situava o BIM enquanto ferramenta de representação, conforme mostra o Gráfico 12 a seguir. Esta foi a opção mais escolhida dentre os entrevistados, indicando um foco mais voltado à construção de habilidades gráficas, sem oferecer uma abrangência maior sobre o conceito. A segunda resposta mais marcada indica a adoção do BIM como ferramenta para se atingir o objetivo das demais disciplinas. Estas respostas corroboram informações coletadas junto à entrevista com docentes desta escola, que indicaram a utilização de *softwares* de modelagem BIM, apresentado aos alunos nas oficinas de fundamentação nos primeiros anos do curso, para realização de trabalhos e tarefas de outras disciplinas. Não foram marcadas por quaisquer respondentes as opções relativas à existência de articulação com outras disciplinas, ou à atribuição de centralidade junto ao BIM nas disciplinas. Esta questão foi respondida por onze alunos, que tinham a possibilidade de marcar mais do que uma opção:

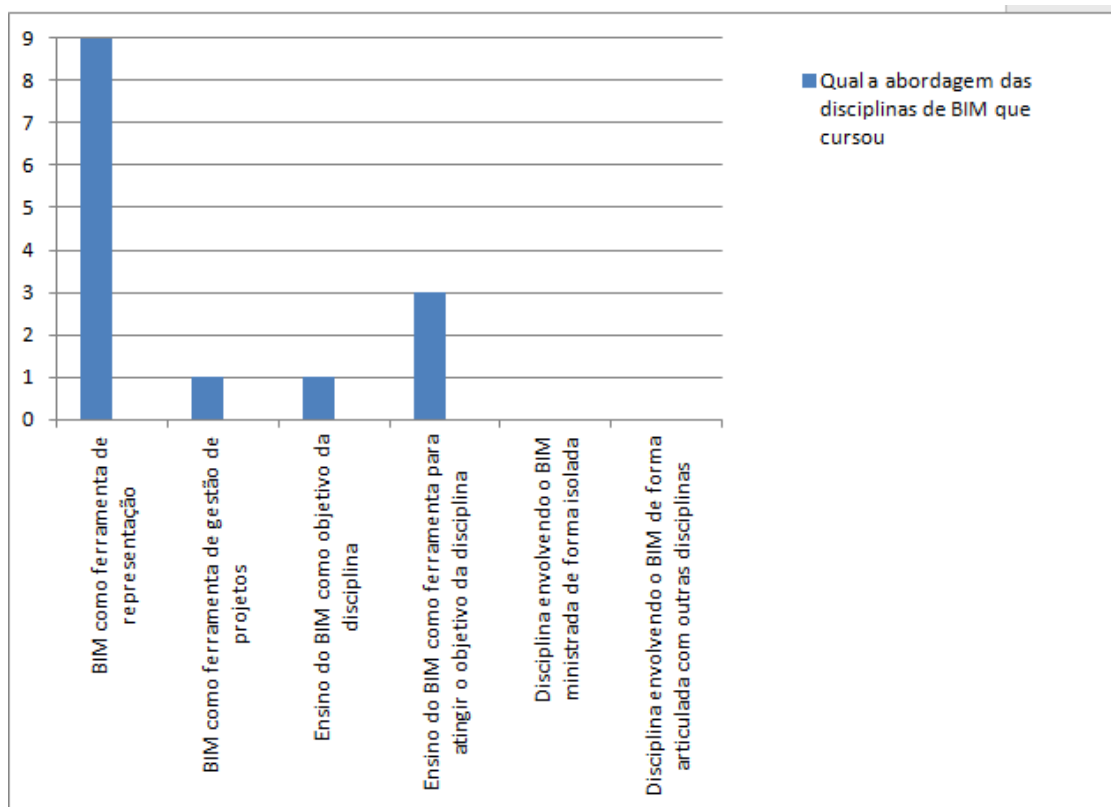


Gráfico 12: Temas abordados nas disciplinas

Fonte: Autor

A pergunta seguinte teria como foco o tema da interdisciplinaridade, um dos principais conceitos do BIM, questionando sobre a percepção da existência de uma abordagem voltada à articulação entre disciplinas. Não houve respostas, uma vez que a alternativa não foi marcada na questão anterior, indicando, então que os alunos não identificam uma interlocução entre as disciplinas oferecidas na graduação, mesmo quando têm como tema em comum o setor AEC.

A pergunta 5 da Parte 2 questiona os alunos se os mesmos gostariam que a escola oferecesse mais disciplinas sobre os diversos temas inseridos no BIM, e contou com 18 respostas. Para a grande maioria, 16 no total, a inserção de mais conteúdos sobre esse conceito é importante, demonstrando haver grande interesse sobre o assunto. As respostas foram dadas de maneira descritiva, por se tratar de uma questão aberta. Dois entrevistados responderam positivamente em relação a ter o BIM como tema central, em uma disciplina específica. Para outros 3, as disciplinas poderiam ampliar o aprendizado específico e aprofundado de *softwares* BIM, tais como ArchiCAD, Revit, com todas suas possibilidades. Um dos entrevistados respondeu negativamente,



dizendo que o período de graduação é curto, e, portanto, não haveria tempo para maiores especializações.

Para a maioria que respondeu positivamente a esta questão, o mais importante seria a estrutura do curso oferecer condições que permitissem a integração entre as disciplinas, de forma a possibilitar a articulação entre os diversos temas do setor AEC, oferecidos em disciplinas diferentes. Desta forma foi possível observar que os alunos estão em sintonia com conceitos presentes no BIM, e abertos a novas possibilidades para complemento de ensino.

A questão seguinte procurou verificar qual o momento que os alunos consideram mais adequado para a o aprofundamento no ensino do BIM. Alguns alunos marcaram mais de uma opção como resposta, numa clara demonstração de interesse em obter maior conteúdo sobre o BIM. Para os vinte e dois alunos que responderam a esta questão, quinze informaram que o BIM deve ser ensinado com maior abrangência e profundidade, logo nos primeiros anos do curso de graduação, conforme mostra o Gráfico 13:

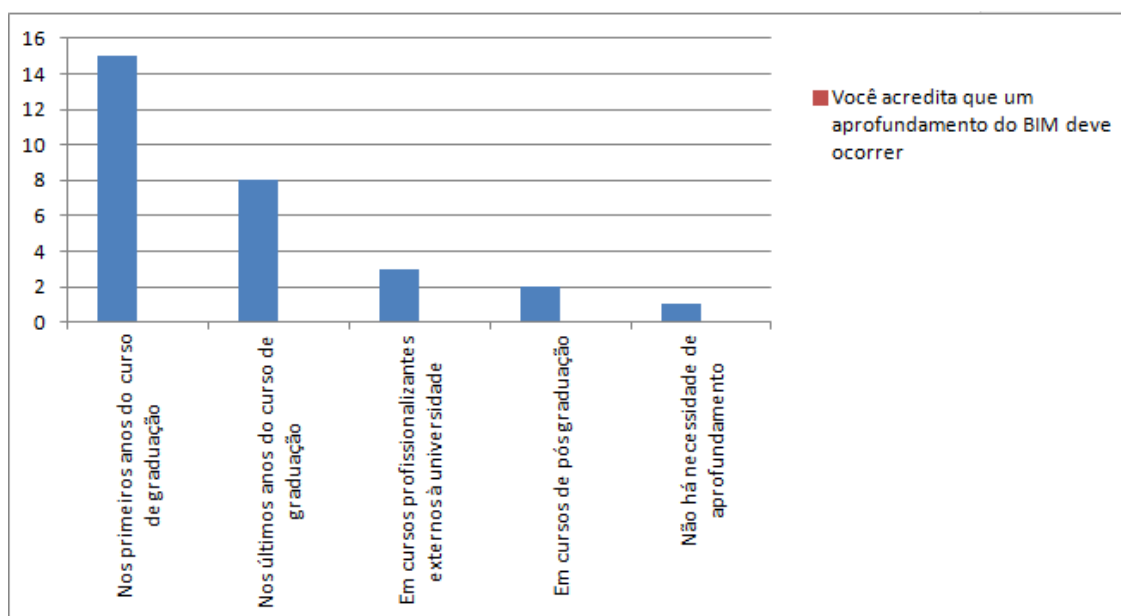


Gráfico 13: Etapas de aprofundamento do ensino do BIM

Fonte: Autor

Por fim, na terceira e última parte do questionário, a pesquisa procurou conhecer a visão dos alunos em relação a questões que envolvem a utilização do BIM no mercado de trabalho, bem como as facilidades e oportunidades dela decorrentes.

Procurou-se inicialmente entender a forma como o aluno desta instituição percebe o BIM no mercado AEC. Os vinte e dois alunos responderam à questão, sendo que alguns marcaram mais de uma opção, conforme indica o Gráfico 14:

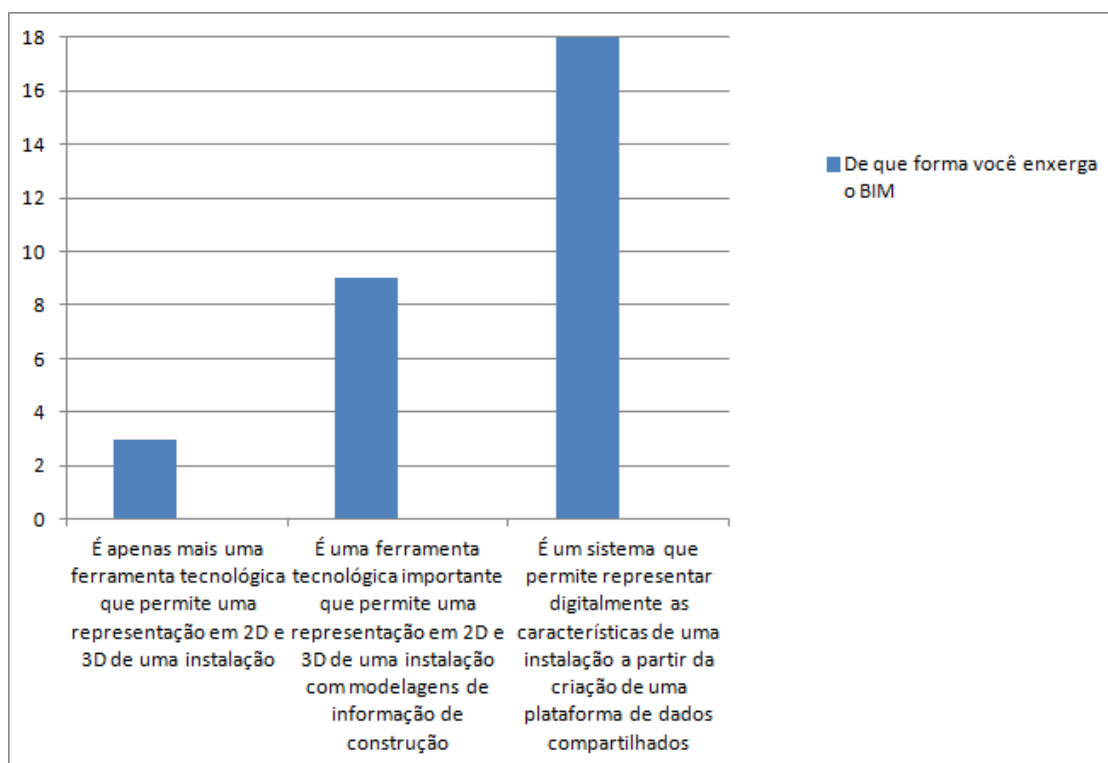


Gráfico 14: Maneira como os estudantes classificam o BIM

Fonte: Autor

Em seguida, os alunos foram convidados a apontar, em uma escala crescente de 1 a 5, a importância que atribuem ao conhecimento do BIM para o sucesso na futura carreira profissional. Para esta questão, todos os vinte e dois alunos responderam, conforme mostra Gráfico 15 abaixo:

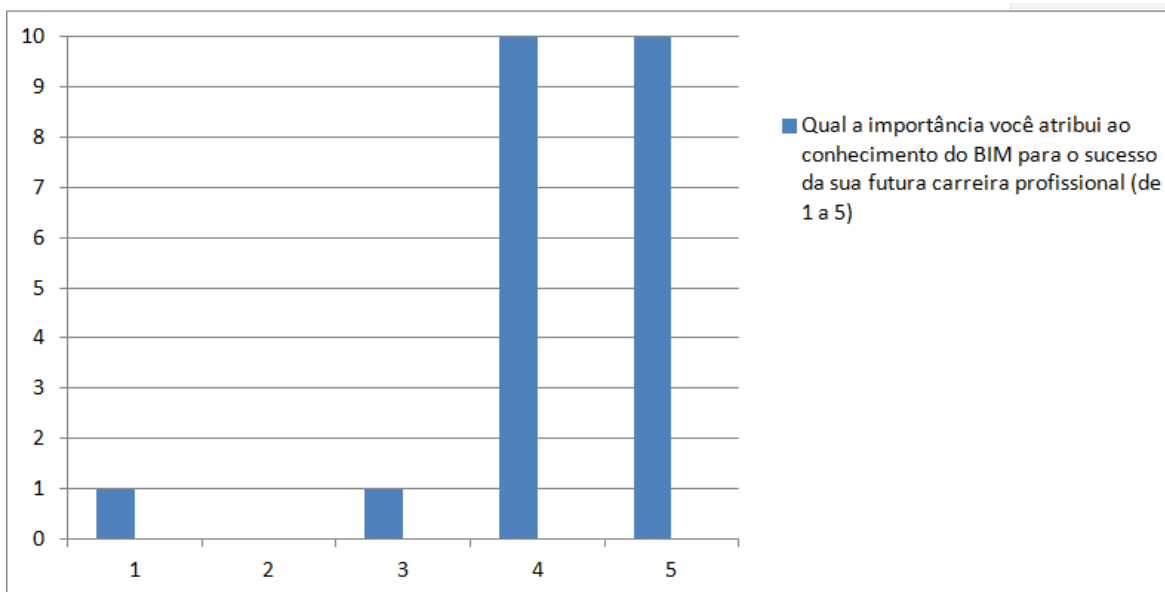
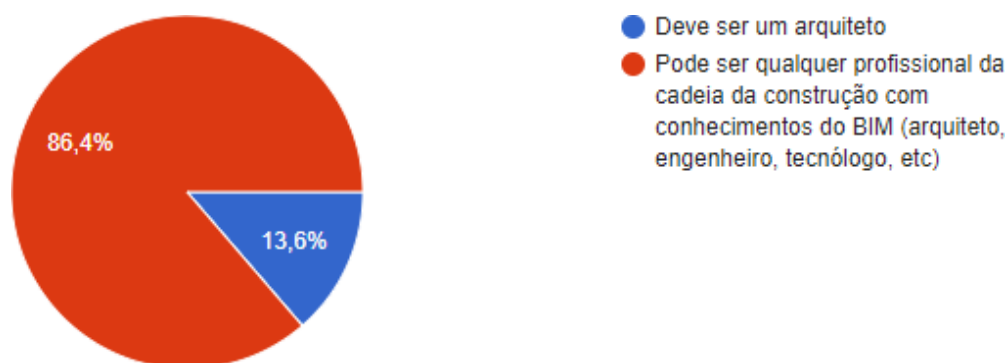


Gráfico 15: Importância do BIM no futuro profissional

Fonte: Autor

A questão seguinte teve como objetivo identificar a maneira como os alunos enxergam a formação do arquiteto com relação às demandas de interdisciplinaridade do conceito BIM. O chamado BIM *Manager*, ou gerente BIM, é o profissional especializado, responsável por coordenar as ações e os profissionais envolvidos em um empreendimento do setor AEC que utiliza este conceito. Este especialista deverá necessariamente possuir visão ampla e multidisciplinar sobre empreendimentos e projetos de construção civil, tendo como objetivo a gestão completa da obra.

Três alunos responderam ser o arquiteto o responsável ideal pela gestão BIM, enxergando na formação deste profissional a capacidade necessária para sua habilitação voltada a orquestrar o processo. Entretanto, para dezenove alunos esta tarefa poderá ser desenvolvida por qualquer profissional da cadeia de construção, desde que possua conhecimentos aprofundados em BIM, tais como arquitetos, engenheiros, ou tecnólogos, dentre outros. Neste sentido, eles não consideram a formação do arquiteto como diferenciada para assumir esta função. A seguir, o Gráfico 16,

Gráfico 16: Perfil do BIM *MANAGER*

Fonte: Autor

Por fim, foram apresentadas aos alunos algumas afirmativas sobre o BIM, para verificar como eles se situavam com relação a elas. Dos vinte e dois respondentes, alguns marcaram mais de uma opção. Abaixo o Gráfico 17 contendo as opções de resposta, bem como as alternativas escolhidas pelos alunos.

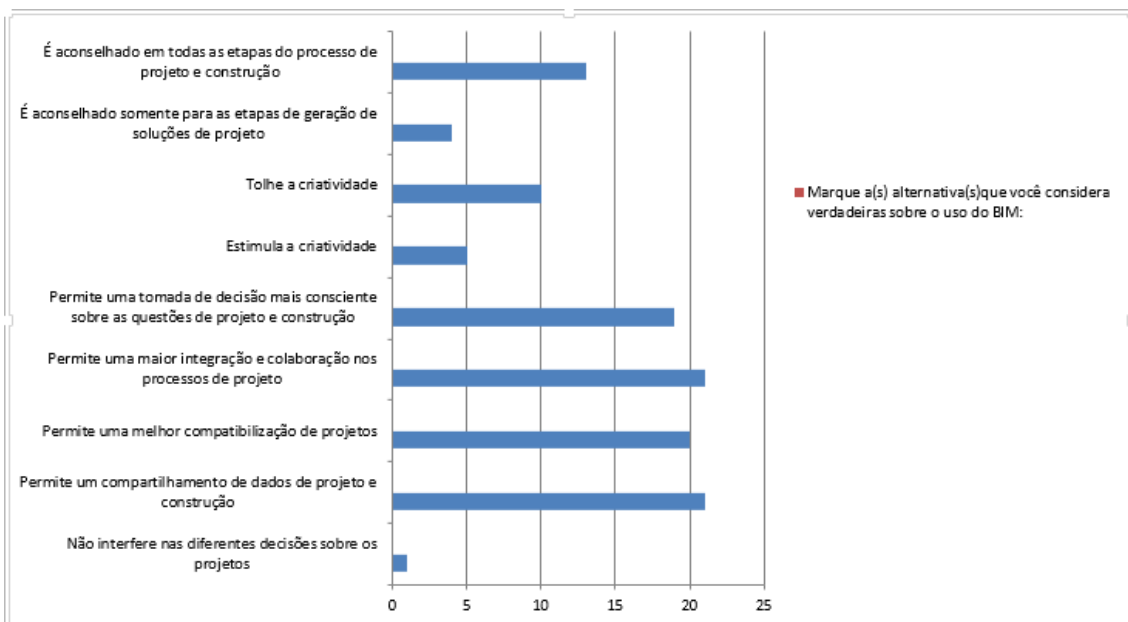


Gráfico 17: Alternativas envolvendo BIM

Fonte: Autor

A partir das respostas, verifica-se que os alunos compreendem o viés colaborativo, e o potencial de compartilhamento e compatibilização da informação que ocorre neste conceito. A interferência de um processo estruturado BIM, na criatividade, costuma ser uma discussão colocada em pauta - e no caso dos respondentes da pesquisa, fica claro que eles identificam a interferência que o processo tem nas decisões de projeto, podendo vir a tolher a criatividade

Ao final do questionário foi dado aos alunos um espaço para que emitissem suas opiniões sobre o ensino do BIM, bem como suas possibilidades e dificuldades.

Para alguns dos entrevistados, o BIM se resume a uma ferramenta de representação gráfica, podendo ser considerado como um grande facilitador do processo de projeto colaborativo. Segundo um dos alunos, o ensino e a utilização do BIM é fundamental dentro de uma universidade que oferece cursos voltados ao setor AEC, em virtude do contexto de mercado de trabalho atual. Entretanto, em sua opinião, trata-se de uma ferramenta muito mais voltada à compatibilização e representação do que uma ferramenta de criação, sendo considerado um facilitador do processo de projeto.

Para grande parte dos entrevistados, o ensino do BIM na universidade é importante, em função de sua importância para a relação junto ao mercado de trabalho. Um dos respondentes aponta que, diante do quadro atual, é inevitável sua utilização na vida profissional, e por este motivo, é importante que haja esse primeiro contato durante a graduação. Para outro entrevistado, o ensino do BIM deveria ser oferecido em disciplinas obrigatórias da estrutura curricular da escola, em função de sua importância, sobretudo em relação ao aprendizado de *softwares* que integram a cadeia tecnológica. Para o entrevistado, é difícil de se conseguir vagas nas disciplinas optativas e por este motivo, alguns alunos correm o risco de não terem a oportunidade deste aprendizado. Entretanto, para este aluno, a escola poderá ter dificuldades para uma implantação ampla, devido à necessidade de habilitação de professores ao ensino do BIM, e ainda a questões voltadas à carga horária que possibilite oferecer conteúdo de forma abrangente. Para outro entrevistado, o ensino do BIM deve ser implementado, por se tratar de uma parte imprescindível na formação dos futuros arquitetos e urbanistas, em função de suas vantagens para a representação e gestão de projetos. Em sua opinião, a adesão aos *softwares* BIM deve ocorrer de forma

gradual, com o ensino de desenvolvimento de habilidades gráficas sendo oferecido no início do curso, e ampliação de sua abrangência e aprofundamento, ao longo dos anos, para que ao final, o aluno tenha noções voltadas a questões de gestão de empreendimentos do setor ACE, estando, portanto, apto a ingressar neste mercado de trabalho.

Para alguns dos entrevistados, o BIM deve ser visto de forma cautelosa pois pode ter uma influência negativa no processo criativo. Para um dos alunos, o BIM não está inteiramente alinhado com os conceitos da arquitetura, não merecendo, portanto, maior destaque ao longo do curso, uma vez que seria prejudicial junto ao propósito de preparação dos alunos para esta profissão. Para outro entrevistado, o BIM pode trazer benefícios, mas apenas em parte. Em sua opinião, a utilização de todas as etapas do conceito pode ser prejudicial aos estudantes, pois a fase de criação de um projeto poderá ser afetada de forma negativa, caso esta seja iniciada junto aos conceitos BIM. Para outro entrevistado, é possível que o uso do BIM traga limitações de criatividade em caso de o profissional não dominar satisfatoriamente as ferramentas. Entretanto, no caso de um amplo domínio, o mesmo entrevistado considera a possibilidade de vir a ser um grande facilitador.

Outros entrevistados apontaram para as dificuldades da implantação do ensino. Afirmaram que o uso das ferramentas traz a possibilidade de expansão de conhecimentos e da forma de projetar, possibilitando maior consciência sobre esta ação. Assim, destacam a necessidade de um forte planejamento na formatação da articulação entre as disciplinas e conteúdo – conceito este fortemente presente no próprio BIM - para o sucesso de sua implantação. Outro entrevistado concorda que é necessário que haja maior diálogo entre as disciplinas ofertadas, uma vez que as mesmas são dadas de maneira isolada, dificultando sua integração.

Por fim, vários alunos disseram aprovar uma inserção ampla do ensino do BIM nesta escola, sugerindo inclusive estratégias para o sucesso da empreitada. Dentre elas, o domínio dos *softwares* que integram todas as fases envolvidas, a possibilidade de integração entre disciplinas e professores, além de uma maior inserção de temas voltados ao processo construtivo do setor AEC.

## CAPÍTULO 4

# CONSIDERAÇÕES SOBRE O ENSINO NA ESCOLA DE ARQUITETURA DA UFMG

A Escola de Arquitetura da Universidade Federal de Minas Gerais vem ao longo dos últimos anos demonstrando estar atenta às atualizações de mercado, com esforços pontuais de introdução do ensino do BIM em sua estrutura curricular. A implantação vem ocorrendo de maneira não estruturada, através da iniciativa de parte do corpo docente, que possui experiência no mercado de trabalho, e identificou a necessidade de introduzi-lo nesta escola.

Através da análise feita nesta pesquisa em relação aos Projetos Pedagógicos da EA/UFMG, foi possível notar a inexistência do BIM enquanto foco de ensino. O Projeto Pedagógico Diurno, data do ano de 1997, anterior ao início do ensino do BIM em escolas brasileiras (BARISON e SANTOS, 2010), foi reformulado em junho de 2010, e o Projeto do curso noturno data do ano de 2009, ambos portanto, referentes a uma época em que o ensino do BIM ainda era incipiente no país. Alguns princípios dos projetos estão em consonância com o conceito do BIM, como o incentivo à interdisciplinaridade, estimulando e possibilitando aos alunos manterem contato com outras áreas afins. Neste sentido, a proposta dos Projetos Pedagógicos se aproxima das teorias propostas por Schön (1983), uma vez que proporciona aos estudantes, condições de aperfeiçoamento pedagógico, incentivando-os a desenvolverem seu potencial de reflexão e capacidade de adaptação, diante das novas experiências e necessidades.

A proposta apresentada pela estrutura curricular do curso noturno não contempla conteúdos exclusivos voltados apenas ao ensino do BIM. Entretanto, é possível notar a viabilidade de inserção do tema, através de disciplinas voltadas a áreas de projeto, tecnologia, instalações, planejamento, construção civil, dentre outras. O projeto traz questões que criam um contexto favorável ao aprendizado do BIM, tais como o incentivo à participação em atividades extracurriculares, em eventos que envolvam o tema, além da atuação no mercado relacionada à arquitetura e urbanismo, por meio de programas de estágio profissional supervisionado, onde os alunos poderão ter contato direto com situações reais, tendo assim a oportunidade de se desenvolver

profissionalmente. Outro ponto a ser destacado diz respeito à exigência, para alunos do último ano, da apresentação de um trabalho de curso, que consiste na aplicação de temas voltados à arquitetura e urbanismo, sendo esta mais uma oportunidade de aprofundar os conhecimentos BIM.

A discussão sobre a implantação do ensino do BIM nos cursos pesquisados é focada na consideração de uma prática reflexiva como metodologia. É possível, portanto, associá-la aos pensamentos de Dewey (1959) e Schön (1992), que destacam as ideias de aprender na medida em que os eventuais problemas surgem, conceitos estes pertinentes no contexto de aplicação do BIM, em empresas do setor AEC. Esta prática reflexiva é potencializada pela interação entre os intervenientes no processo, uma vez que, segundo Manziane (2016), a solução de problemas em empreendimentos voltados à construção civil pode vir através da cooperação mútua, por meio da qual os profissionais poderão sugerir soluções diversas, através da troca de informações, tendo como base a experiência adquirida por cada um dos envolvidos, a ser compartilhada por todos.

Da mesma forma que nas empresas, para Sacks e Pikas, (2013), a implantação do ensino do BIM em uma instituição de ensino deve ser feita através de um planejamento inicial, contemplando a realidade de cada escola para se chegar ao objetivo desejado. Para os autores, isto se deve ao fato de haver diferentes realidades nas instituições de ensino, exigindo, portanto, soluções adequadas a cada uma delas.

Conforme observado nos projetos pedagógicos analisados, há o incentivo em relação à troca de experiências entre professores e alunos, caracterizando assim uma relação na qual a comunicação e o diálogo contribuem para a aquisição do saber.

Para Schön (1992), os professores devem utilizar todo seu conhecimento tácito, realizando ainda dinâmicas junto aos estudantes, possibilitando discussões em sala de aula, que irão permitir o desenvolvimento do potencial de todos os alunos, em contrapartida a posturas tradicionais que se limitam apenas ao simples repasse de conteúdo.



Os projetos pedagógicos de ambos os turnos priorizam a interdisciplinaridade como objetivo, permitindo aos alunos adquirir conhecimento junto a outras áreas ou cursos oferecidos pela universidade, promovendo também o incentivo a atividades complementares, que visam novos encontros disciplinares. Este direcionamento abre, portanto, diferentes perspectivas para o ensino do BIM, que pode estar articulado com conteúdos oferecidos por outros cursos da Universidade.

Em relação às modalidades de implantação do ensino do BIM, Sacks e Pikas (2013) consideram não haver unanimidade, uma vez que a realidade de cada instituição é diferente das demais. Entretanto, os autores observam a existência de uma sistemática básica, podendo ser comum às escolas, por meio da qual o BIM seria ensinado desde o primeiro ano, com grau de dificuldade, envolvimento e abrangência menores, devendo ser ampliados gradativamente na medida em que o aluno avance no curso. Inicialmente haveria oferta de conteúdo básico, aumentando a complexidade nos anos seguintes, e terminando com propostas que aproximem os futuros profissionais das demandas do mercado de trabalho.

Sobre esta questão, após análise dos projetos pedagógicos, foi observado que o curso noturno oferece maiores possibilidades de inclusão de conteúdos sobre o BIM. Entretanto, as entrevistas revelam é considerado pouco satisfatório, com pouca abrangência.

É neste turno que se concentra o maior número de professores com atuação no mercado do BIM, e desta maneira o tema tem sido abordado com maior destaque, mesmo que através de inserções em disciplinas existentes. Este fato provavelmente se deve em virtude de os professores do turno possuírem também atividades profissionais junto ao mercado de trabalho, como em escritórios de arquitetura por exemplo. Além disso, a criação do curso noturno levou à recente contratação de um grande número destes profissionais atuantes neste mercado, estando, portanto, em contato direto com as inovações tecnológicas.

Apesar disto, percebe-se por parte deste grupo de profissionais a preocupação e o interesse em falar sobre o BIM, incentivando os alunos a buscarem atividades extraclasse, voltadas a sua aprendizagem.

Sob a ótica dos alunos, foi possível perceber que aqueles interessados em atuar profissionalmente na área de projetos, têm buscado por iniciativa própria, o aprendizado do BIM.

Pelo fato de a profissão do arquiteto apresentar um grande leque de possibilidades profissionais, para alguns docentes o BIM não deve ser tratado como tema central, uma vez que impossibilitaria o desenvolvimento de habilidades necessárias a outras áreas.

Um ponto a ser destacado se refere à utilização dos *softwares* gráficos BIM pelos alunos, para execução de trabalhos referentes a outras disciplinas do curso, mesmo que não tenham como tema o setor AEC, em substituição ao tradicional uso do AutoCAD. Através da análise das respostas do questionário enviado aos alunos, foi possível notar que os entrevistados aproveitam o aprendizado em relação aos conteúdos oferecidos pelas disciplinas que envolvem o BIM, para atender às demandas provenientes de outras disciplinas, incluindo ainda eventuais demandas profissionais. Alguns dos entrevistados confirmam esta opção, alegando as facilidades oferecidas por estes *softwares*, que contribuem para uma melhor qualidade, sobretudo em relação à economia de tempo na execução das tarefas.

Entretanto, há por parte de alguns alunos a percepção de que deveria haver entre os professores uma maior comunicação, visando a integração entre disciplinas que tenham o BIM como tema em comum. Para eles, o conteúdo é oferecido apenas de maneira isolada por alguns profissionais, sempre voltado ao desenvolvimento de habilidades gráficas.

Por outro lado, é possível notar entre os docentes a ideia de que o ensino do BIM não deve ser inserido dentro dos Projetos Pedagógicos atuais, com maior centralidade ou abrangência. O BIM deve ser visto como mais uma opção a ser oferecida aos futuros profissionais, devendo os alunos serem orientados a buscar uma formação mais aprofundada através de iniciativa própria, sobretudo aqueles que tiverem a intenção de atuar profissionalmente junto ao conceito. Na visão dos docentes entrevistados, o tempo oferecido pela graduação e a diversidade de temas que envolvem a profissão, impedem uma maior especialização a respeito determinados assuntos. Assim, o importante é ensinar o aluno a lidar com a situação emergente e encontrar soluções, ideia esta que pode ser observada dentro do

conceito de prática reflexiva proposto por Schön. Portanto, cabe aos alunos a iniciativa de buscarem um maior aprofundamento em conteúdo de sua opção.

Outro ponto observado diz respeito à falta de uma infraestrutura que poderia proporcionar uma melhor qualidade e maior abrangência do conteúdo oferecido. Além de haver poucos docentes habilitados à prática do BIM, fato de certa forma ligado à condição de dedicação exclusiva da maioria dos docentes, que não atuam na prática do mercado, observa-se as dificuldades relativas à infraestrutura física, (laboratórios, *softwares*) e a limitação do tratamento do BIM às aplicações de arquitetura. Na cadeia de *softwares* BIM, existem diversas tecnologias voltadas à atuação em qualquer uma das fases (orçamento e planejamento de obras, controle, execução, manutenção, ou ainda temas voltados à sustentabilidade na construção civil). Porém o ensino do BIM nos cursos de arquitetura investigados atualmente, se resume ao uso do Revit e ArchiCAD, voltados apenas à parte gráfica, e a uma apresentação teórica do uso do *Navis Work*. Este fato demonstra por si só que a instituição se encontra em um estágio inicial em relação ao ensino do BIM, na fase que Underwood et al (2013) chamam de “Conhecimento do BIM” baseada na apresentação de um conteúdo básico, que dá ciência aos alunos das possibilidades do BIM, sem focar na sua prática efetiva.

Desta maneira, a perspectiva que analisa o ensino do BIM a partir das habilidades cognitivas desenvolvidas pelos alunos sobre o tema, situa os alunos dos cursos analisados nos patamares básicos de maturidade, uma vez que eles estão sendo capacitados apenas em nível de informação e compreensão (Escala de Bloom) ou a lembrar e entender (Escala de Anderson), a partir de assuntos introdutórios tais como desenvolvimento de habilidades voltadas a representação gráfica. A prática de conceitos que envolvem maior grau de complexidade, considerados como pilares no desenvolvimento do BIM, tais como troca de informações, trabalho em equipe, noções de gestão, ainda não são praticados, a não ser em casos isolados, por meio de estágios ou iniciativa individual de alguns alunos. Dentro da Escala NP BIM de Barison, portanto, o nível de proficiência do BIM nos cursos de arquitetura estudados ainda se encontra na fase introdutória. Destaca-se, entretanto, o desenvolvimento de habilidades cognitivas em outras áreas do conhecimento desenvolvidas nos cursos, ligadas à aplicação, análise e síntese, e julgamento de valor, permitindo aos alunos criar, construir, modelar prever, aplicar, avaliar e criticar, correspondendo aos níveis

cognitivos mais elevados da Taxonomia de Bloom. A efetividade deste desenvolvimento cognitivo poderá permitir aos egressos desenvolver habilidades mais avançadas na prática do BIM junto ao mercado.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo deste trabalho foi identificar os métodos e procedimentos relativos ao oferecimento de conteúdo voltado à preparação dos alunos dos cursos de Arquitetura e Urbanismo da UFMG para atuar em consonância com o conceito BIM. Desta forma foi possível analisar de que maneira a organização de ensino adotada vem colaborando para a formação dos futuros profissionais neste quesito, visando sua preparação para ingresso no mercado de trabalho.

Inicialmente foi feito um levantamento teórico sobre o BIM enquanto inovação dentro do setor AEC. Desta forma foi possível observar que vem recebendo grande atenção por parte dos profissionais envolvidos neste ramo, por se tratar de um conceito que traz enorme potencial em termos de modelagem da informação e inovação tecnológica possibilitando uma melhor visão do empreendimento, proporcionando melhores práticas de compatibilização de projetos e gestão dos processos, levando conseqüentemente a uma melhor qualidade final do produto.

Entretanto, apesar das vantagens e possibilidades que oferece, a difusão do BIM tem enfrentados diversos obstáculos, com destaque para a limitação do escopo da sua implantação, que tem se aplicado principalmente aos projetos arquitetônicos, reduzindo as possibilidades de modelagem e fluxo da informação, que poderia potencializar os benefícios de sua utilização.

Este trabalho teve como premissa básica analisar a maneira como o ensino do BIM vem ocorrendo, com levantamento de dados bibliográficos e estudo de caso junto à Escola de Arquitetura da UFMG.

Do ponto de vista teórico, foram estudadas modalidades pedagógicas contemporâneas com foco em tendências voltadas a abordagens práticas, que

parecem estar em sintonia com as características do conceito BIM. Neste sentido foram apresentadas as propostas baseadas nas ideias de John Dewey, focado no pensamento reflexivo voltado à educação escolar e Donald Schön, que preconiza a utilização do conhecimento tácito como fundamento pedagógico. Foi possível observar, portanto, que a abordagem prática em contraposição à teórica, com incentivo da reflexão, como forma de buscar a melhor solução para os problemas emergentes, vinham ao encontro do ensino do BIM. Dentro deste conceito, a constante troca de informações, baseada na comunicação e compartilhamento de experiências entre os profissionais envolvidos é utilizada como ferramenta na solução de problemas cotidianos em empreendimentos do setor AEC.

Através desta pesquisa, também foram investigadas algumas formas de classificação do estágio de desenvolvimento do ensino, a serem aplicadas na análise: do ponto de vista das habilidades cognitivas desenvolvidas pelos alunos, a Taxonomia de Bloom, revisada por Anderson et. al., (2001), aplicada ao ensino do BIM por Barison (2015) e Huang (2018); do ponto de vista das características da abordagem que a instituição adota com relação ao ensino do BIM, a proposta de Underwood *et al.* (2013), retomada por Olowa et al., (2019).

O BIM enquanto conceito pode ainda ser considerado pouco utilizado pelo mercado de trabalho do setor AEC (MANZIONE 2016). Isto pode ser explicado por diversos fatores, como por exemplo, a falta de profissionais habilitados a seu uso, ou pelo baixo número de empresas que atuam junto ao conceito. Também para alguns profissionais, o BIM ainda passa despercebido, não fazendo, portanto, parte do seu cotidiano. Em relação às empresas do ramo, a maioria ainda opta por seguir atuando junto a conceitos tradicionais de gestão, não demonstrando grandes interesses na implementação do BIM em seus empreendimentos (MANZIONE 2016). Desta maneira preferem não enfrentar as grandes dificuldades inerentes à sua implantação, evitando assim investimento e treinamento em novas tecnologias e conceitos de gestão, talvez por ainda não considerarem os benefícios que por ventura serão trazidos junto à mudança, tais como melhoria de produtividade, sustentabilidade e qualidade final do produto.

Assim, não é possível afirmar que exista uma aceitação unânime em relação aos benefícios que o BIM possa efetivamente trazer aos empreendimentos do setor AEC (MANZIONE, 2016).

Para Eastman et al., (2011), é necessário às empresas que demonstrem interesse em implantar o BIM em seus empreendimentos, que reconheçam inicialmente suas limitações e seus pontos fracos, para que através de um bom planejamento possam vir a superar suas dificuldades iniciais, obtendo sucesso junto ao BIM no mercado. Para o autor, serão necessários investimentos não apenas financeiros, como por exemplo, na aquisição de novas tecnologias, mas ainda convencendo os antigos funcionários de que a mudança será benéfica a todos, trazendo resultados positivos ao final. Esta talvez seja a tarefa mais difícil, por se tratar de pessoas, sendo que muitas delas já atuam no mercado há muitos anos, e por esta razão nem sempre se mostram abertas a grandes mudanças. Assim sendo, para Eastman et al., (2011), a implantação do BIM em uma empresa, com todas as dificuldades enfrentadas, pode ser considerada como uma grande quebra de paradigma.

Esta realidade vem sendo observada não apenas no mercado brasileiro, como também em outros países. Através de pesquisa realizada junto a arquitetos e estudantes da escola de arquitetura francesa Ecole Nationale Supérieure D'Architecture de Normandie, Castro; Cunha e Moreira (2020) mostram que o BIM ainda é pouco utilizado naquele mercado, limitando-se muitas vezes, a uma forma de representação do projeto para atender a demandas da legislação, não sendo aproveitado o potencial voltado à gestão, que o conceito é capaz de proporcionar.

Esta situação do mercado se reflete no ensino, onde grandes mudanças de abordagem seriam necessárias, e necessitariam uma verdadeira quebra de paradigma para serem adotadas. Apesar de ser considerado como tema de grande importância no ensino da arquitetura, tanto por parte dos docentes quanto pelos alunos, apenas através de uma significativa mudança conceitual baseada em rupturas de modelos já estabelecidos e consolidados poderia viabilizar um uso mais maduro do BIM.

Atualmente a Escola de Arquitetura da UFMG passa por um processo inicial de implantação do ensino do BIM. Entretanto a estrutura existente não favorece a

evolução para estágios mais abrangentes, que permitam a articulação entre disciplinas, e uma colaboração interdisciplinar.

A partir das entrevistas com os docentes e discentes do curso a respeito da implantação do ensino do BIM verificou-se que ele está sendo implantado principalmente como ferramenta de representação. As competências cognitivas desenvolvidas pelos alunos estão no nível introdutório e o grau de maturidade do ensino na instituição como um todo ainda é incipiente, habilitando os alunos a recordar, compreender e aplicar conceitos, sem desenvolver nele ainda uma capacidade de análise e síntese mais interdisciplinar, capaz de permitir o aproveitamento pleno do potencial da ferramenta. Não foi constatado o desenvolvimento de competências e habilidades especificamente ligadas à interdisciplinaridade, ao compartilhamento de informações e ao trabalho em equipe em decorrência da utilização do BIM. Dentro do processo de aprendizagem observou-se poucas inter-relações entre as disciplinas de projeto e aquelas que as subsidiam (topografia, estruturas, instalações diversas, planejamento e orçamento, dentre outras) e as estratégias identificadas para o aprofundamento no tema foram muito mais resultado de esforços pessoais de alguns docentes e alunos, do que de articulações coletivas ou da existência de uma estrutura que favorecesse estas trocas.

Por outro lado, embora não tenha sido identificado um esforço focado na utilização do BIM como instrumento de uma prática reflexiva, foi possível verificar uma preocupação, tanto no nível dos projetos pedagógicos quanto nas atividades e posicionamentos individuais dos docentes no sentido de promover competências que favoreçam o exercício profissional consciente. Esta preocupação se explicita a partir da apresentação de problemas complexos, do estímulo ao trabalho em equipe nas Oficinas Integradas de Arquitetura, Urbanismo, Paisagismo e Tecnologia, e Oficinas de Planejamento Urbano e Habitacional, no curso noturno e dos projetos integrados de arquitetura, urbanismo e paisagismo, no curso diurno, além das oficinas de fundamentação de ambos os currículos. Embora o contexto de ensino do BIM seja limitado, foi observado que em nenhum caso o foco do ensino recaiu sobre as características das ferramentas de forma descontextualizada, mas sempre como um recurso para o desenvolvimento de soluções projetuais, focando na aplicação e reflexão prática.

O que pode ser observado foi, portanto, um foco na prática reflexiva, mas uma desconsideração do BIM como potencial vetor de promoção desta prática. A maior parte dos docentes entrevistados enxerga o BIM dentro de um contexto instável, em que a tecnologia evolui com uma rapidez extrema, tornando obsoletos conceitos e ferramentas introduzidos, antes de sua consolidação. Desta forma, eles hesitam em dar uma centralidade a uma forma de trabalho que seja articulada pela ferramenta, temendo a sua obsolescência.

Para tanto, contribui a existência de *softwares* que estão em competição dentro do sistema BIM– como a oposição entre Revit x ArchiCAD, que acaba fragilizando a adoção de ambos.

A ausência de foco no ensino do BIM também é condicionada pela enorme abrangência da interdisciplinaridade dentro dos cursos de arquitetura e urbanismo, mas também dentro do próprio escopo proposto para a profissão de arquiteto-urbanista. Assim, o BIM acaba não conseguindo assumir o papel de elemento organizador do curso como um todo, em face da demanda expressa no projeto pedagógico do desenvolvimento de competências e habilidades que não estão relacionadas diretamente com o BIM e incluem, por exemplo, “*o conhecimento dos aspectos antropológicos, sociológicos e econômicos[...], o conhecimento da história das artes e da estética[...], os conhecimentos de teoria e de história da arquitetura, do urbanismo e do paisagismo, considerando sua produção no contexto social, cultural, político*”.

Estas competências não se articulam necessariamente com a construção e sua gestão e, desta forma, as possibilidades de desenvolvimento de uma prática reflexiva sobre a construção a partir do BIM tem suas melhores chances de ser implantada dentro de uma perspectiva de especialização do ensino e enfrentamento de problemas que se relacionem com o projeto, a construção e sua gestão.

A especialização na formação do arquiteto urbanista parece ser uma tendência no âmbito mundial: a própria separação entre os cursos de arquitetura e urbanismo é uma realidade em diversos países como os USA – e outros currículos distinguem bem um foco de formação em nível superior para os tecnólogos arquitetônicos



(architectural technologists) (MATHEWS, 2012)<sup>2</sup>. É, portanto, dentro do âmbito deste enfoque específico que parecem estar as melhores chances de aproveitamento do potencial do BIM, enquanto catalizador de um processo de melhoria na interação e colaboração entre as várias disciplinas envolvidas na construção.

Está em curso atualmente na Universidade um processo de revisão curricular que inclui estruturas formativas chamadas de Formação Complementar. Trata-se de “Estruturas disponíveis para estudantes de cursos diversos, articuladas em torno de eixos temáticos que propiciem a aquisição de conhecimentos, habilidades e atitudes que caracterizem a constituição de um determinado campo de competências, devendo ter um projeto e uma estrutura curricular, com regras de integralização próprias” (Normas de Graduação, 2018, p.4)

De acordo com o projeto, “Um curso pode prever percursos curriculares organizados de acordo com diferentes formatos pedagógicos. ” Passa a existir, portanto, a possibilidade de uma especialização, dentro da própria graduação, que permite aos alunos definir um foco de interesse e articular seu aprendizado em torno dele.

Para tanto, porém é necessário que esta oferta se articule a partir de uma interação entre os docentes. O nível de complexidade é nitidamente menor do que uma interação entre todos os professores de um curso, mas é necessário que exista o desenvolvimento de uma consciência de que o BIM não é meramente uma ferramenta que poderá em breve ser substituída – mas que ele é essencialmente um catalizador em potencial da interação necessária para uma boa gestão do processo de construção.

Assim, é importante pensar em modalidades de formação do corpo docente, que deve necessariamente contar com a experiência prática dos profissionais, ou seja, professores com experiência em modelagem paramétrica, e suas articulações com planejamento, orçamento, técnicas construtivas, sustentabilidade, gestão e ainda manutenção. Esta necessidade coloca em pauta uma outra discussão, que é o regime de dedicação exclusiva dos docentes, que é extremamente bem-vindo sob alguns aspectos, mas pode ser limitante, quando diz respeito à prática reflexiva do

---

<sup>2</sup> Mathews, M., (2012) "BIM Collaboration in Student Architectural Technologist Learning", Journal of Engineering, Design and Technology, June 2013

docente. Assim, a desenvoltura necessária para a articulação do BIM de uma forma mais ampla demanda um conhecimento adquirido a partir da prática efetiva. Mais uma vez, a especificidade destas demandas tem mais chance de ser contempladas dentro do universo de uma Formação Complementar.

Outro ponto de vista a ser observado diz respeito às instalações e estruturas a serem oferecidas pela escola, visando oferecer o ensino do BIM. Assim como em uma empresa que busca se atualizar frente ao mercado em que atua, é necessário que a instituição de ensino faça determinados investimentos em tecnologia, incluindo mão de obra especializada, para que se torne possível oferecer o ensino do BIM. Desta forma é preciso dispor de conhecimento a respeito dos *softwares* que compõem a cadeia BIM, bem como de profissionais de TI que estejam aptos a atuar em eventuais treinamentos e manutenções que se fizerem necessárias. Portanto, novos e bem equipados laboratórios deverão ser oferecidos aos alunos como parte importante do ensino do BIM.

A iniciativa da implantação do ensino do BIM por parte de alguns professores que possuem experiência no mercado de trabalho e fazem a introdução do tema oferecendo conteúdos em disciplinas já existentes é uma etapa importante na transição para a implantação de uma prática de ensino reflexiva organizada em torno do BIM.

Desta forma, a implantação e articulação das Novas Normas Gerais de Graduação, publicadas no ano de 2018, vigentes desde o primeiro semestre de 2019, trazem o potencial de levar o ensino do BIM a novos níveis de maturidade.

Nesta situação, o BIM não será visto como tema central do curso de graduação da Escola de Arquitetura da UFMG, mas poderá ser oferecido aos alunos que demonstrarem interesse em aprofundar-se na sua prática, fazendo uso das formações oferecidas, podendo buscar disciplinas de outros cursos de graduação, através da interdisciplinaridade, bem como se especializar nos diversos temas oferecidos em torno do conceito, uma vez que terão à sua disposição uma estrutura curricular mais flexível, completa e abrangente.

## REFERÊNCIAS

ABANDA et. al. **Uma análise crítica dos sistemas de modelagem de informações de construção usados em projetos de construção**, 2015.

ABNT – NBR – ISO – 12006-2: **Construção de Edificação: Organização de Informação da Construção**, 2010

ADDOR, M. BIM. In: FÓRUM ASBEA; **ENCONTRO REGIONAL**, São Roque, 8, 2009.

ALARCÃO, I. **Professores reflexivos em uma escola reflexiva**. 5. ed. São Paulo: Cortez, 2007.

ALVES, D. R. S., PASSOS, M. M., & ARRUDA, S. de M. A educação não formal no Brasil: **o que apresentam os periódicos em três décadas de publicação (1979-2008)**. Revista Brasileira De Pesquisa Em Educação Em Ciências, 12(3), 131-150. Recuperado de <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4245>, (2013)

ANDERSON, L. W. KRATHWOHL, D. R., AIRASIAN, P. W., CRUIKSHANK, K. A., MAYER, R. E, PINTRICH, P. R., RATHS, J., and WITTRICK, M. C. A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing: **A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives**, Complete Edition. Pearson, New York City, NY. ISBN: 978-0321084057, 2001.

ARCE, A. Compre o kit neoliberal para a educação infantil e ganhe grátis os dez passos para se tornar um professor reflexivo. **Educação & Sociedade**, Campinas, ano XXII, nº 74, p. 251-283, 2001.

AUTODESK. Innovate design and construction process: **BIM Collaboration**, 2016. Disponível em: < <http://blogs.autodesk.com/bim-and-beam/2015/01/15/a360-collaboration-for-revit/>>. Acesso em: 27 abr. de 2019.

AZEVEDO, Maria Antonia Ramos de; ANDRADE; Maria de Fátima R. de. O conhecimento em sala de aula: **a organização do ensino numa perspectiva interdisciplinar**. Curitiba: Educar em revista, n. 30, 2007.

BARISON, Maria Bernardete; SANTOS, Eduardo Toledo. Review and analysis of current strategies for planning a BIM curriculum. In: **Proceedings of the CIB W78 2010: 27th International Conference**. Blacksburg Virginia: Cairo. Virginia Tech, p. 16-18, 2010.

BARISON, Maria Bernardete; SANTOS, Eduardo Toledo. Tendências atuais para o ensino de BIM. **Encontro de Tecnologia de Informação e Comunicação na Construção**, v. 5, Salvador, 2011.

BARISON, M. B. and SANTOS, E. T | **International BIM Conference Educational Activities for the Teaching-Learning of BIM**. Brazil, University of São Paulo, 2013.

BARISON, M. B.; SANTOS, E. T. A tool for assisting teachers in planning BIM courses. In: **Computing in Civil and Building Engineering**, 2014. p. 2159-2166.

BARISON, M. B. **Introdução da Modelagem da informação da Construção (BIM) no currículo – uma contribuição para a formação do projetista**. Tese doutorado USP, São Paulo, 2015.

Barreto, B. V; Sanches, J. L. G; Almeida, T. L. G; Ribeiro, S. E. C (2016) **O Bim no Cenário de Arquitetura e Construção Civil Brasileiro**. UFMG, Belo Horizonte, 2016.

BIMForum, **Level of Development specification — for building information models**, <http://bimforum.org/wp-content/uploads/2017/08/2017-LOD-Specification.pdf>: BIMForum 2017

BRASIL. Decreto nº 9.377, de 17 de maio de 2018. Institui a Estratégia Nacional de Disseminação do *Building Information Modelling*. Brasília, DF, 2018. Disponível em: <<https://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/2018/decreto-9377-17-maio-2018-786731-publicacaooriginal-155623-pe.html>>. Acesso em: 22 de abril de 2020.

BOURDIEU, Pierre. **Le sens pratique**. Paris: Éditions de Minuit. (1980).  
BUTT, R. L., RAYMOND D. **Estudar a natureza e o desenvolvimento do conhecimento dos professores usando autobiografia colaborativa** (1989).

CAMPOS, Silmara de; PESSOA, Valda Inês F. Discutindo a formação de professoras e professores com Donald Schön. In: GERALDI, Corinta Maria G.; FIORENTINI, Dario e PEREIRA, Elisabete M. A. (Orgs). *Cartografias do trabalho docente: Professor(a) pesquisador(a) Campinas*, São Paulo: Mercado de Letras/ALB, p.191, 2003.

CASTRO, M.L., CUNHA, F. R., MOREIRA, F. Desenvolvendo Competências e habilidades no ensino do BIM: **A experiência da Ecole Nationale Supérieure d'Architecture de Normandie** – França, 2020.

CELLARD, A. A análise documental. In: POUPART, J. et al. A pesquisa qualitativa: **enfoques epistemológicos e metodológicos**. Petrópolis, Vozes, 2008.

CIC C- **BIM Project Execution Planning Guide**—Version 2.1  
Retrieved from University Park, PA, USA, 2011

CODEBIM: Educação em design colaborativo usando BIM: **Recursos para educação e treinamento** - 2014

CONTRERAS, J. **La autonomia del profesorado**. Madri: Morata, 1997.

DEWEY, J. Como pensamos: **como se relaciona o pensamento reflexivo com o processo educativo: uma reexposição**. São Paulo: Ed. Nacional, 1959.

DOMINICÉ, Pierre. "La formation continue est aussi un règlement de compte avec sa scolarité". **Éducation et Recherche**, 3/86, pp. 63-72, 1986.

DORIGON, T. C.; ROMANOWSKI, J. P. A reflexão em Dewey e Schön. **Revista Intersaberes**, Curitiba, ano 3, n. 5, p. 8 - 22, jan/jul 2008.

DUARTE, N. Conhecimento tácito e conhecimento popular na formação do professor (por que Donald Schön não entendeu Luria). **Educação & Sociedade**, Campinas, v. 24, n. 83, p. 601-625, 2003.

EA/UFMG. Escola de Arquitetura da UFMG. Disponível em: <<http://www.https://www.arq.ufmg.br/>>. Acesso em: 26 set. 2020. (2020)

EASTMAN, C. et al. **BIM Handbook: a guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers , and contractors**. New Jersey: John Wiley & Sons, 2008.

EASTMAN, Charles M. Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., & Liston, K. **BIM handbook: A guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers and contractors**. John Wiley & Sons, 2011.

EASTMAN, C. *et al*; Tradução: Ayres Filho, Cervantes Gonçalves. **Manual de BIM: um guia de modelagem da informação para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores**. Bookman, Porto Alegre. Pg 25, 2014.

EDUCAMAISBRASIL. **Faculdade de arquitetura e urbanismo em Belo Horizonte - MG**

Disponível em: <<http://www.https://www.educamaisbrasil.com.br/>>. Acesso em: 26 out. 2020. (2020)

ENSA-NORMANDIE. **Dossier d'accréditation**. 2017-2021, Juin 2016.

ERLANDSON, P. Reflection and Perception in Professional Practice. *Indo-Pacific Journal of Phenomenology*, v. 14, n. 1, Maio 2014.

EVANS, JR., MATHUR, A. "O valor das pesquisas online", *Internet Research*, Vol. 15 No. 2, pp. 195-219. <https://doi.org/10.1108/10662240510590360> (2005).

FEITOSA, Raphael Alves, DIAS, Ana Maria Iorio. **Décadas do surgimento do practicum reflexivo: por teoria(s) e prática(s) articuladas na formação e na ação docentes**. 20 anos sem Donald Schön: o que aconteceu com o professor reflexivo? São Paulo: Edições Hipótese, 2017.

FERREIRA, B. M. L.: **Desenvolvimento de metodologias BIM de Apoio aos trabalhos construtivos de medição e orçamentação**. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, 2015.

FORGUES, D., FARAH, L. M. " De volta ao futuro: a educação canadense da AEC está se adaptando às novas necessidades de sua indústria ", Proceedings, Conferência Anual - Sociedade Canadense de Engenharia Civil, vol. 2 , Sociedade Canadense de Engenharia Civil, pp. 1.350 - 1.358 ( 2013 ).

FORTUNATO, Ivan (org.). Educação Superior e Formação de Professores: **questões atuais**. São Paulo: Edições Hipótese, 2017.

GARCIA, C. M. A formação de professores: **novas perspectivas baseadas na investigação sobre o pensamento do professor**. In: Nóvoa A. Os professores e sua formação. Lisboa: Dom Quixote, p. 53-76, 1992.

GASPAR, J., MANZIONE, L. **Case studies using new methodology for company-oriented BIM training**, 2015.

GASPAR, J., MANZIONE, L.: Proposição de um método para medir a capacidade de produção de um objeto paramétrico por um software BIM. IN: ENCONTRO

BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO, 2015. Recife, **Anais...**Porto Alegre: ANIAC, 2015

GAUTHIER, C. Por uma teoria da Pedagogia: **pesquisas contemporâneas sobre o saber docente**. Ijuí: Unijuí, 1998.

GINSBURG, Mark B., SPATIG, Linda. Proletarianization of the Professoriate: **The Case of Producing a Competency-Based Teacher Education Program**, 1991.

HUANG, Yilei. Developing a Three-Level Framework for Building Information Modeling Education in Construction Management. **Universal Journal of Educational Research**, 2018

JIN, R., YANG, T., PIROOZ FAR, P., KANG, B. G., WANATOWSKI, D., HANCOCK, C. M., TANG, L. Project-based pedagogy in interdisciplinary building design adopting BIM. **Engineering, Construction and Architectural Management**, v. 25, n. 10, p. 1376-1397, 2018.

KASSEM, M., AMORIM, S. R. L. **Building Information Modeling no Brasil e na União Européia**. Ministério do desenvolvimento, indústria e comércio exterior (MDIC). Brasília, 2015.

KYMMEL, W. Building Information Modeling: **Planning and managing construction projects with 4D CAD and Simulations**. [S.l.]: The McGraw-Hill Companies, Inc, 2008.

KOWALESKI, J., L., K.: Implantação de BIM em Pequenas Empresas de Construção Civil: **Melhorias de Processos de Gestão**. UFRS, 2017.

LAVILLE, C., DIONE J. O nascimento do saber científico. In: Laville C, Dione J. A construção do saber: **manual de metodologia da pesquisa em ciências sociais**. Porto Alegre: Editora Artes Médicas Sul; Belo Horizonte: Editora UFMG; 1999

LEFEBVRE, Henri. **Réflexions sur le structuralisme et l'histoire**. Cahiers Internationaux de Sociologie (1963).

LELIS, I.A. Do ensino de conteúdos aos saberes do professor: **mudança de idioma pedagógico?** *Educação & Sociedade*, Campinas, v. 22, n. 74, p. 43-58, 2001.

LIEBERMAN, Ann (ed.). Schools as Collaborative Cultures: **Creating the Future Now**. Lewes: The Falmer Press, 1990.

LEE N., HOLLAR, Donna. A. **Probing BIM Education in Construction Engineering and Management Programs Using Industry Perceptions** - East Carolina University Greenville, North Carolina - 2013

LOESBERG, Jonathan. **Bourdieu and the Sociology of Aesthetics**. English Literary History 60 (4): 1033-1056. (1993).

LÜDKE, M., ANDRÉ, Meda. Método de coleta de dados: observação, entrevista e análise documental. In: Pesquisa em educação: **abordagens qualitativas**. São Paulo (SP): EPU; 1986.

MACDONALD, Jennifer A. A framework for collaborative BIM education across the AEC disciplines. In: **37th Annual Conference of Australasian University Building Educators Association (AUBEA)**. Vol 4 n.6, 2012.

MANZINI, E. J. A. **Entrevista na pesquisa social**. *Didática*, São Paulo, v. 26/27, 1990/1991.

MANZINI, E. J. Considerações sobre a transcrição de entrevistas. In: **A entrevista na pesquisa em Educação Especial: uso e processo de análise**. Faculdade de Filosofia e Ciências UNESP Marília. Observatório Nacional de Educação Especial (ONEESP), 2008.

MANZIONE, L. **Proposição de uma estrutura conceitual de gestão do processo de projeto colaborativo com o uso do BIM**. 2013. 324 f. Tese de Doutorado - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013

MANZIONE, L. **Barreiras para implantação do BIM**, 2016

Mathews, M., (2012) "**BIM Collaboration in Student Architectural Technologist Learning**", *Journal of Engineering, Design and Technology*, June 2013

MATTAR, Fauze Najib. Pesquisa de Marketing: **metodologia e planejamento**. São Paulo: Editora Atlas, 1996.

MCBRIDE, Rob (ed.). The In-Service Training of Teachers. Lewes: **The Falmer Press**, 1989



MEIERDIRK, C. Is reflective practice an essential component of becoming a professional teacher. *Reflective Practice: International and Multidisciplinary Perspectives*, 17(3), 1-10. (2016).

MÖRSCHBÄCHER, J. L. "Contribuições e desafios da metodologia instrução entre pares: **um estudo de caso no ensino técnico**". 2017. Artigo (Especialização) – Curso de Docência na Educação Profissional, Universidade do Vale do Taquari - Univates, Lajeado, 06 set. 2017.

MOSCARDI, Lucas. **Innovate design and construction process: BIM Collaboration**. Disponível em: <<http://www.buildingincloud.net/en/bim-collaboration/>>. Acesso em: 26 abr. 2019. (2016)

NIAS, Jennifer. "Changing Times, Changing Identities: **Grieving for a Lost Self**". In *Educational Research and Evaluation* [ed. R. Burgess]. Lewes: The Falmer Press, 1991.

NÓVOA, A. A formação contínua de professores: **realidades e perspectivas**. Aveiro: Universidade de Aveiro, 1991.

OLATUNJI, Oluwole Alfred. Promoting student commitment to BIM in construction education. **Engineering, Construction and Architectural Management**, Vol. 26 No. 7, 2019.

OLOWA, Theophilus OO; WITT, Emlyn; LILL, Irene. BIM for Construction Education: Initial Findings from a Literature Review. In: **10th Nordic Conference on Construction Economics and Organization**. Emerald Publishing Limited, p. 305-313, 2019.

PIAGET, Jean. **O estruturalismo**. São Paulo: Difel (1979).

PIAGET, Jean, Teorias da linguagem, teorias da aprendizagem: **o debate entre Jean Piaget e Noam Chomsky**. São Paulo: Cultrix/Edusp (1983).

PIMENTA, S. G.; GHEDIN, E. (org.) Professor reflexivo no Brasil: **gênese e crítica de um conceito**. São Paulo: Cortez, 2002.

PERRENOUD, P. Formar professores em contextos sociais em mudança. **Prática reflexiva e participação crítica**. Tradução de Denice Barbara Catani. Revista Brasileira de educação, 1999.

PERRENOUD, P. **Dez novas competências para ensinar**. Artmed, 2000.

PERRENOUD, P. *A prática reflexiva no ofício de professor: profissionalização e razão pedagógica*. Porto Alegre: Artes Médicas, 2002.

PETERSON et al., referencia de sacks e pikas: Peterson, F., Hartmann, T., Fruchter, R., and Fischer, M. (2011). "Teaching construction project management with BIM support: **Experience and lessons learned**." *Autom. Constr.*, 20(2), 115–125, 2011.

POPKEWITZ, Thomas S. (ed.). **Critical Studies in Teacher Education - Its Folklore, Theory and Practice**. Lewes: The Falmer Press, 1987.

QUARESMA, WANESSA M. GODOI; PEREIRA, ALEXIS GABRIEL; SILVESTRE JUNIOR, MARCIO ANTONIO. **MODELAGEM DA INFORMAÇÃO DA CONSTRUÇÃO (BIM) E A SUA IMPORTÂNCIA NA GESTÃO DE PROJETOS – PARA REGIÃO DE ANÁPOLIS**, 12-2018.

RICHARDSON, R. J. *Pesquisa social: métodos e técnicas*. São Paulo: Atlas, 1999.

ROCHA, T. L. Da Racionalidade Técnica ao Professor Reflexivo. **Cadernos da FUCAMP**, v.13, n.18, p.119-127/ – Uberaba/MG, 2014.

RUSCHEL, Regina Coeli; ANDRADE, Max Lira Veras Xavier de; MORAIS, Marcelo de. O ensino de BIM no Brasil: onde estamos? **Ambiente Construído**, v. 13, n. 2, p. 151-165, 2013.

SACKS, Rafael; PIKAS, Ergo. 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**, v. 139, n. 11, p. 04013016, 2013.

SAIDO, G. M., SIRAJ, S., NORDIN, A. B. B., & AL\_AMEDY, O. S. Higher order thinking skills among secondary school students in science learning. **MOJES: Malaysian Online Journal of Educational Sciences**, v. 3, n. 3, p. 13-20, 2018.

SAVIANI, D.: **Escola e democracia**, 37<sup>a</sup> ed. Campinas: Autores Associados, 2005.

SCHMIDT, I. John Dewey e a Educação Para uma Sociedade Democrática. **Revista Contexto & Educação**, v. 24, n. 82, p. 135-154, 14 maio 2013.

SCHÖN, Donald A. **The Reflective Practitioner: How Professionals Think in Action**. New York: Basic Books, 1983.

SCHÖN, D. The architectural studio as an exemplar of education for reflection-inaction. **Journal of Architectural Education**, v. 38, n. 1, p. 2-9, , 1984b.

SCHÖN, D. **Educating the reflective practitioner**. San Francisco: Jossey-Bass Publishers, 1987.

SCHÖN, Donald A. **Educating the Reflective Practitioner**. San Francisco: JosseyBass, 1990.

SCHÖN, D. Formar professores como Profissionais Reflexivos. In: Nóvoa, a. (org.). **Os Professores e a sua Formação**. 2 ed. Lisboa: Nova Enciclopédia, 1992.

SCHÖN, D. Formar professores como Profissionais Reflexivos. p. 77- 92. In: Nóvoa, a. (org.). **Os Professores e a sua Formação**. 2 ed. Lisboa: Nova Enciclopédia, 1995.

SCHÖN, D. Educando o profissional reflexivo: **um novo design para o ensino e a aprendizagem**. Porto Alegre: Artmed, 2000.

SHIGUNOV NETO, A. e FORTUNATO, I., 2017: 20 anos sem Donald Schön: **o que aconteceu com o professor reflexivo?** São Paulo: Edições Hipóteses, 2017.

SILVA, A. A. Novos saberes básicos dos alunos, novas competências dos professores - um estudo no âmbito da supervisão da formação de professores do 1.º Ciclo do Ensino Básico na Universidade de Aveiro, in Sá-Chaves, I. Shigunov Neto, Alexandre; Fortunato, Ivan (org.). 20 anos sem Donald Schön: **o que aconteceu com o professor reflexivo?** São Paulo: Edições Hipótese,- 81 (coord.) Educar, Investigar e Formar. Novos Saberes. UA Editora, Universidade de Aveiro, 2014, p-p75-92, 2017.

SILVA, F. P. Andrade e P., **Verificação automática dos requisitos de projetos da norma de desempenho pela plataforma BIM *Solibri Model Checker***. 157f.

Dissertação (Mestrado em Construção Civil) – Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2018.

SILVA, J. P.; FERNANDES, R. T. V. **Análise Corporativa de Produtividade entre Sistemas CAD e BIM na Elaboração de Projetos Arquitetônicos**. UFERSA, Angicos, Rio Grande do Norte, 2019.

SINDUSCOM. **Panorama BIM no Brasil e no Mundo**. Rogério Suzuki. Consultor BIM/4D/6D. Page 2. 02/08/2017.

SOLNOSKY, R., PARFITT, MK e HOLLAND, R., “ **Métodos de entrega para um curso multidisciplinar de projeto de engenharia de arquitetura** ”, Engenharia de arquitetura e gerenciamento de projeto, Taylor & Francis, vol. 11 No. 4, ( 2015 ).

SOTÉRIO, L. M., MACHADO, C., M. **Análise da Disseminação da Plataforma BIM no Setor da Construção Civil Voltado para Fase de Gestão e Planejamento**. UNISUL, Tubarão, SC, 2018.

SOUZA, L.; AMORIM, S.; LYRIO, A. Impactos do uso do BIM em escritórios de arquitetura: oportunidades no mercado imobiliário. **Gestão & Tecnologia de Projetos**. São Paulo, vol. 4, n. 2, p. 26-53, nov 2009.

SUCCAR, B., SHER, W. WILLIAMS, A. (2013). “**An integrated approach to BIM competency assessment, acquisition and application**”. *Automation in Construction*.” 2013.

TARDIF, M. **Saberes profissionais dos professores e conhecimentos universitários**. Elementos para uma epistemologia da prática profissional dos professores e suas conseqüências em relação à formação para o magistério. Faculté des Sciences de l'Éducation, Université Laval, 2000.

TARDIF, M. **Saberes docentes e formação profissional**. 8a. ed. Petrópolis: Vozes, 2002.

Tardif, M., KARSENTI, T., LESSARD, C., GAUTHIER, C. e LENOIR, Y. **Breve apresentado ao Conselho de Ensino Superior sobre o futuro da formação para a profissão docente**. Montreal, QC: CRIFPE (2003).

TEIXEIRA, 2010: TEIXEIRA, A. **A pedagogia de Dewey**. In: WESTBROOK, R. B.; Teixeira, A.; ROMÃO, J. E.; RODRIGUES, V. L. (org.) John Dewey. Recife: Fundação Joaquim Nabuco, Editora Massangana, 2010.

THOMSEN, C., J. DARRINGTON, D. DUNNE, and W. LICHTIG. Managing Integrated Project Delivery: **CMAA** (2010).

UFMG. Universidade Federal de Minas Gerais. Disponível em: <<http://www.ufmg.br/>>. Acesso em: 29 set. 2020. (2020)

UNDERWOOD, J., KHOSROSHAHI, F., PITTARD, S., GREENWOOD, D. and PLATTS, T. Embedding Building Information Modelling (BIM) within the taught curriculum: **Supporting BIM implementation and adoption through the development of learning outcomes within the UK academic context for built environment programmes**, (2013).

VASCONCELOS, A. A.: **Análise de um Processo de Projeto Industrial de Mineração com Foco na Validação para Compatibilização dos Modelos BIM (Building Information Modeling)**. UFMG, Belo Horizonte, MG, 2019.

WIESER, Wolfgang. **Organismos, estruturas, máquinas: para uma teoria do organismo**. São Paulo: Cultrix (1972).

WITT, E. e KÄHKÖNEN, K. "BIM-Enabled Education: a Systematic Literature Review", Lill, I. e Witt, E. (Ed.) **10ª Conferência Nórdica sobre Economia e Organização da Construção** ( *Emerald Reach Proceedings Series, Vol. 2* ), Emerald Publishing Limited, pp. 261-269, (2019).

ZHANG, Jing Xiao; HAIYAN, X.I.E; HUJ, L.I. Improvement of students problem-solving skills through project execution planning in civil engineering and construction management education. **Engineering, Construction and Architectural Management**, v. 26, n. 7, 2019.

ZEICHNER, K. M. A formação reflexiva de professores: **ideias e práticas**. Lisboa: Educa, 1993.

ZEICHNER, K. M. Novos caminhos para o practicum: uma perspectiva para os anos 90. In: Nóvoa, A. (org.). **Os Professores e a sua Formação**. 2. ed. Lisboa: Nova Enciclopédia, 1995.

ZEICHNER, K. M. **Uma análise crítica sobre a “reflexão” como conceito estruturante na formação docente**. Educ. Soc., Campinas, v. 29, n. 103, maio/ago., p. 535-554, 2008.

ZHAO, S.; Li, S., XU, LD. **A internet das coisas: uma pesquisa**. Inf Syst Front 17, 243–259 (2015).