



Universidade
Estadual de Goiás

CAMPUS DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNÓLOGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU* EM ENSINO DE CIÊNCIAS
MESTRADO PROFISSIONAL

DESAFIOS NA IMPLANTAÇÃO DA PLATAFORMA BIM NO ENSINO CONTEMPORÂNEO DE ARQUITETURA

VANDERSON DOS SANTOS ALVES

Anápolis - GO
2019

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE GOIÁS
CAMPUS DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNÓLOGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU* EM ENSINO DE CIÊNCIAS
MESTRADO PROFISSIONAL

**DESAFIOS NA IMPLANTAÇÃO DA PLATAFORMA BIM
NO ENSINO CONTEMPORÂNEO DE ARQUITETURA**

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação *stricto sensu* em ensino de ciências, mestrado profissional, da Universidade Estadual de Goiás, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências.

Mestrando: Vanderson dos Santos Alves
Orientador: Prof. Dr. Marcelo Duarte Porto
Coorientador: Prof. Dr. Wilton de Araújo Medeiros

Anápolis - GO
2019

VANDERSON DOS SANTOS ALVES

DESAFIOS DA IMPLANTAÇÃO DA PLATAFORMA BIM NO ENSINO
CONTEMPORÂNEO DE ARQUITETURA

Dissertação defendida no Programa de Pós-Graduação *stricto sensu* – Mestrado
Profissional em Ensino de Ciências da Universidade Estadual de Goiás,
para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências, aprovada em 02 de agosto
de 2019 pela banca examinadora constituída pelos seguintes professores:


Prof. Dr. Marcelo Duarte Porto
Presidente da Banca
UEG/PPEC


Prof. Dr. Alexandre Ribeiro Gonçalves
Membro Externo
UEG/IELT


Profa. Dra. Sabrina do Couto de Miranda
Membro Interno
UEG/PPEC

Aos meus pais.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente aos gigantes na qual os ombros eu me assento e que me possibilitaram, a partir de seus conhecimentos, concretizar essa dissertação e importante etapa da minha vida.

Agradeço de todo o coração a autores como Bernard Cornwell, Akira Toriyama, George Lucas, J. R. R. Tolkien, Carl Sagan e Sam Harris, por me ensinarem, cada um do seu próprio modo, a me manter imaginativo e criativo.

Aos meus pais, João Tiburtino e Lourdes Maria, por todo amor, dedicação e por nunca terem desistido de mim. Por serem os meus maiores incentivadores e por compreenderem o quão importante o desenvolvimento acadêmico significa para mim. A vocês, a minha gratidão.

Ao meu orientador, Professor Doutor Marcelo Duarte Porto, por ter me aceitado e me orientado durante esse processo de elaboração e desenvolvimento. Suas orientações não apenas me ajudaram a compreender as minúcias da minha pesquisa, mas contribuíram para o meu crescimento científico e intelectual.

Aos professores do programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* da UEG, Mestrado Profissional em Ensino de Ciências, em especial aos Professores Doutores Clodoaldo Valverde, João Roberto Resende Ferreira, Juliana Simião Ferreira, Leicy Francisca da Silva, Mirley Luciene dos Santos, Wilton Medeiros e Sabrina do Couto de Miranda, pelos ensinamentos ao longo das disciplinas do programa, pela paciência e dedicação.

Aos membros da coordenação e secretaria do mestrado, em especial à Bianne Cristina Cesário, pela paciência, por ser sempre solícita e dedicada.

A todos aqueles não expressamente nominados, mas não menos importantes, que, de alguma forma, contribuíram direta e indiretamente para a realização dessa pesquisa e dissertação

Obrigado a todos.

“A imaginação muitas vezes conduz-nos a mundos que nunca fomos, mas sem ela não iremos a nenhum lugar.”
Carl Sagan

RESUMO

A presente dissertação trata do contexto das tecnologias de informação e comunicação, que se encontram extremamente difundidas em nossa sociedade, dentro da realidade da disciplina de arquitetura e construção, com ênfase nos desafios para implantação da plataforma BIM no ensino. O uso da plataforma BIM na Arquitetura se deve à diversos benefícios potenciais que esta ferramenta de modelagem da informação pode trazer. Dentre elas, está a simulação e o auxílio à padronização de componentes, sendo importante no desenvolvimento de soluções com maior controle e exatidão. Esta dissertação compreende as novas tecnologias de informação e comunicação como um avanço na educação, que permite novos ambientes de aprendizagem, assim como novas dinâmicas de ensino, que permitem a formação de cidadãos e profissionais capacitados para lidar com o mundo científico e tecnológico. O objetivo geral se deu por analisar os desafios e propor soluções para a implantação da plataforma BIM no ensino contemporâneo de arquitetura e construção, com foco na cidade de Anápolis-GO. Mais restritamente, objetivamos desenvolver um curso de curta duração, com ênfase na formação desses professores, e um e-book com matérias e informações sobre comandos e possíveis utilizações do BIM, para a formação continuada de professores da arquitetura e construção, mediante a defasagem tecnológica encontrada com relação a plataforma BIM. Este trabalho entende que, diante da sociedade tecnológica, se faz necessários novos modos de ensinar, assim como a capacitação constante de professores e instituições de ensino, para que desse modo, estejam atualizadas para as novas tecnologias de informação e comunicação utilizadas pelo meio social. Foi utilizado como metodologia a pesquisa quanti-quantitativa, com levantamento de dados em instituições de ensino de arquitetura e urbanismo. A pesquisa de campo encontrou embasamento teórico a partir do levantamento bibliográfico com relação as TICs no ensino, e sobre a plataforma BIM e os desafios para a sua implantação.

Palavras-chave: Formação de professores; Arquitetura e Urbanismo; Tecnologia e Educação; Plataforma BIM.

ABSTRACT

The present dissertation takes place in the context of the information and communication technologies, which are extremely widespread in our society, within the realities of the discipline of architecture and construction, with emphasis on the challenges for the implementation of the BIM platform in education. The use of the BIM platform in Architecture is due to the many potential benefits that this information modeling tool can bring. Among them is the simulation and the aid to the standardization of components, being important in the development of solutions with greater control and accuracy. This dissertation comprehends the that new information and communication technologies as an advance in education, which allows new learning environments as well as new teaching dynamics that allow the formation of citizens and professionals able to deal with the scientific and technological world. The general objective was to analyze the challenges and propose solutions for the implementation of the BIM platform in contemporary architecture and construction teaching, focusing on the city of Anápolis-GO. More strictly, we aim to develop a short course, with emphasis on the training of these teachers, and an e-book with materials and information about commands and possible uses of BIM, for the continuing education of teachers of architecture and construction, through technological lag found in relation to the BIM platform. This work understands that, facing the technological society, new ways of teaching are needed, as well as the constant training of teachers and educational institutions, so that they are updated to the new information and communication technologies used by the social environment. Quantitative-qualitative research was used as methodology, with survey of data in institutions of teaching of architecture and urbanism. The field research found a theoretical basis based on the bibliographical survey regarding ICT in teaching, and on the BIM platform and the challenges for its implementation.

Keywords: Teacher training; Architecture and Urbanism; Technology and Education; BIM platform.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: Modelo do boing 747, feito em CAAD.....	45
FIGURA 2: Modelo digital utilizado pela industrial naval, feito em CAAD.....	45
FIGURA 3: Visual da área de trabalho do CAD, onde as linhas são utilizadas para a criação de desenhos geométricos.....	46
FIGURA 4: Representação gráfica do conceito BIM.....	65
FIGURA 5: Processo de intercâmbio de informações de projeto num <i>software</i> da plataforma BIM.....	65
FIGURA 6: Ciclo de vida no BIM.....	66
FIGURA 7: Imagem de uma parede, Autodesk Revit, e suas informações.....	67
FIGURA 8: Parede selecionada em várias vistas, Autodesk Revit.....	68
FIGURA 9: Influencia do meio no desenvolvimento do sujeito segundo Vygotsky.....	69
FIGURA 10: Perfil do sujeito – Alunos e Professores.....	101
FIGURA 11: Número de professores – Instituições de ensino.....	102
FIGURA 12: Tempo de atuação docente.....	103
FIGURA 13: <i>Software</i> utilizados pelos professores.....	104
FIGURA 14: Professores que conhecem a plataforma BIM.....	105
FIGURA 15: Nível de conhecimento dos professores sobre a plataforma BIM.....	105
FIGURA 16: Onde aprendeu o <i>software</i> da plataforma BIM – Professores.....	106
FIGURA 17: Questionamento acerca da resistência de implantação do BIM – Professores.....	107
FIGURA 18: Número de alunos – Instituição de ensino.....	109
FIGURA 19: Período letivo dos alunos.....	109

FIGURA 20: <i>Softwares</i> utilizados pelos alunos	110
FIGURA 21: Nível de conhecimento dos alunos sobre a plataforma BIM.....	111
FIGURA 22: Onde aprendeu o <i>software</i> da plataforma BIM – Alunos.....	111
FIGURA 23: Questionamento acerca da resistência de implantação do BIM – Alunos.....	113

LISTA DE SIGLAS E ABREVIÇÕES

AAS: Amostra Aleatória Simples
ABDI: Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial
ABEA: Associação Brasileira de Ensino de Arquitetura e Urbanismo
AIA: American Institute of Architecture – Instituto Americano de Arquitetura
BIM: Building Information Model - Modelo de Informação da Construção
CAAD: Computer Aided Architectural Design – Arquitetura Auxiliada por Computador
CAD: Computer Aided Design – Desenho Auxiliado por Computador
CAE: Computer Aided Engineering – Engenharia Auxiliada por Computador
CAM: Computer Aided Manufacturing – Indústria Auxiliada por Computador
CAU: Conselho de Arquitetura e Urbanismo
CBM: Centro Universitário Barão de Mauá
CEAU: A Comissão de Especialistas de Ensino de Arquitetura e Urbanismo
CHIP: Circuito Integrado
CIT: Construction Information Technology – Tecnologia de Informação da Construção
CNE: Conselho Nacional de Educação
EaD: Educação a Distância
FAMA: Faculdade Metropolitana de Anápolis
HD: Hard Drive
IFG: Instituto Federal de Goiás
MB: MegaByte
MEC: Ministério da Educação e Cultura
MEP: Mechanical, Electrical, Plumbing – Mecânica, Elétrica, Encanamento
MIT: Massachusetts Institute of Technology
NBIMS: National BIM Standards Committee - Comitê Nacional de Padrões BIM
PIB: Produto Interno Bruto
PolyU: Polytechnic University – Universidade Politecnica
ProInfo: Programa Nacional de Tecnologia Educacional
PronInfe: Programa Nacional de Informática Educativa
SENAI: Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial
TCC: Trabalho de conclusão de curso
TCLE: Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
TERA: TeraByte
TIC: Tecnologias de Informação e Comunicação
UEG: Universidade Estadual de Goiás
UEPE: Universidades Federais de Pernambuco
UFAL: Universidade Federal de Alagoas
UFG: Universidade Federal de Goiás
UFMG: Universidade Federal de Minas Gerais
UFRGS: Universidade Federal do Rio Grande do Sul
UFRJ: Universidade Federal do Rio de Janeiro
UFSCar: Universidade Federal de São Carlos

UnB: Universidade de Brasília

UNICAMP: Universidade Estadual de Campinas

UPM: Universidade Presbiteriana Mackenzie

ZDP: Zona de Desenvolvimento Proximal

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	16
1.1. TRAJETORIA DO PESQUISADOR: CAMINHOS PERCORRIDOS DURANTE A CONSOLIDAÇÃO DA PROPOSTA TEMÁTICA	20
2. CONTEXTUALIZAÇÃO.....	23
3. OBJETIVOS	28
3.1. OBJETIVO GERAL	28
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	28
4. METODOLOGIA	28
4.1. TIPOLOGIA	28
4.2. POPULAÇÃO AMOSTRA	29
4.3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	29
REFERÊNCIAS	31
TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO (TIC) E O ENSINO DE ARQUITETURA.....	33
1. INTRODUÇÃO	33
2. NOVAS TECNOLOGIAS	38
2.1 BREVE HISTÓRICO SOBRE A TECNOLOGIA EDUCACIONAL NAS ESCOLAS DO BRASIL.....	41
2.2 TECNOLOGIA COMPUTACIONAL NA ARQUITETURA: O ENSINO E PRÁTICA MEDIADOS PELAS TICS	44
3. CULTURA TECNOLÓGICA	49
4. ESPAÇOS FORMAIS E NÃO FORMAIS DE ENSINO	52
5. CONSIDERAÇÕES DO NOVO ENTENDIMENTO TECNOLÓGICO NO ENSINO.....	53
REFERÊNCIAS	56

PLATAFORMA BIM E A APLICABILIDADE NO ENSINO DE ARQUITETURA: A TEORIA VYGOTSKYANA NO AMBIENTE TECNOLÓGICO E O PROFESSOR REFLEXIVO	60
1. INTRODUÇÃO	60
1.1 BIM – MODELO DE INFORMAÇÃO DA CONSTRUÇÃO.....	63
1.2 TEORIA SÓCIO-HISTÓRICO-CULTURAL DE VYGOTSKI.....	68
1.3 TECNOLOGIAS EM SALA DE AULA E O MODELO DE INFORMAÇÃO SIMULADO	73
1.4 TECNOLOGIAS DE SIMULAÇÃO NA ARQUITETURA: PLATAFORMA BIM E A MUDANÇA NO PARADIGMA.....	76
2. TEORIA DE VYGOTSKI E O DESENVOLVIMENTO DO INDIVÍDUO NUM AMBIENTE DE INFORMAÇÃO SIMULADO	79
3. PROFESSOR REFLEXIVO: DOCENTES DE ARQUITETURA E A FORMAÇÃO CONTINUADA.....	80
4. IMPLANTAÇÕES DA PLATAFORMA BIM EM INSTUIÇÕES DE ENSINO	86
5. CONSIDERAÇÕES SOBRE A TEORIA DE VYGOTSKY E O USO DE TECNOLOGIAS DE MODELAGEM DE INFORMAÇÃO NO ENSINO.....	89
REFERÊNCIAS	92
IMPLANTAÇÃO DA PLATAFORMA BIM: ANÁLISE DOS DESAFIOS A PARTIR DAS CONCEPÇÕES DE PROFESSORES E ALUNOS	96
1. INTRODUÇÃO	96
2. CARACTERÍSTICAS DA PESQUISA.....	99
2.1 TIPO DA PESQUISA.....	99
2.1.1 OBJETIVO DAS PERGUNTAS.....	99
2.1.2 INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS	100
2.2 CARACTERÍSTICAS DOS SUJEITOS	101
2.2.1 PROFESSORES	101
2.2.2 ALUNOS	102

2.3	RESULTADOS E DISCUSSÕES	102
2.3.1	QUESTIONARIO DOS PROFESSORES	102
2.3.2	QUESTIONARIO DOS ALUNOS	109
3.	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	114
	REFERÊNCIAS	116
	CONSIDERAÇÕES FINAIS SOBRE O CONJUNTO DO TRABALHO.....	117
	APÊNDICES	120
	APÊNDICE A - QUESTIONÁRIO DE PESQUISA	121
	APÊNDICE B - PRODUTO EDUCACIONAL:	
	CURSO DE CURTA DURAÇÃO: PRIMEIROS PASSOS NA PLATAFORMA	
	BIM (AUTODESK REVIT)	-

INTRODUÇÃO

Vivemos num mundo onde as evoluções tecnológicas se entrelaçam com o nosso dia-a-dia. As buscas por soluções que contribuam para as nossas tarefas, das mais comuns as mais distintas, se tornaram uma realidade cada vez mais tangível. As tecnologias digitais, por exemplo, estão constantemente a nossa volta, em nossas casas, em nossos bolsos, em nossos pulsos, em basicamente todos os aspectos de nossas vidas. A dissertação de mestrado na área de Ensino de Ciências tem uma importante função. Ela tem o potencial de proporcionar reflexão sobre a atividade de ensino-aprendizagem, e/ou trazer um produto educacional que possa contribuir para o cenário educacional analisado. Desse modo, dentro do contexto tecnológico, onde a busca por soluções não se intimida com a sala de aula, mas a adentra, se torna cada vez mais constante a presença de equipamentos que agem como mediadores educacionais. Como Levy (1993) mostra, as pesquisas na área da educação, que mesclam disciplinas e saberes com o desenvolvimento tecnológico, e sua relação com a sala de aula, têm se tornado cada vez mais evidentes, demonstrando não somente a relevância do tema, mas a necessidade de compreensão e aplicação do mesmo.

Ao delimitar o tema, uma vez que é possível uma ampla discussão da utilização de novas tecnologias de informação na educação, considera-se o desafio da implantação de novas tecnologias no ensino de arquitetura e urbanismo - com ênfase na utilização da plataforma BIM¹ (*Building Information Model*). Essa plataforma é pensada como um ensino integrativo de saberes e disciplinas - se tornando um interessante filtro teórico, uma vez que o ensino de arquitetura, com foco no desenvolvimento de projetos, tem sua efetivação e materialização a partir da utilização de *softwares* que auxiliem a criação de projetos e a partir dele o surgimento da arquitetura como edificação e produto sociocultural de um determinado tempo.

O ensino formal de arquitetura surgiu no século XVIII. Desde seu surgimento, esse ensino tem sido moldado pelas mudanças tecnológicas e sociais em que se insere. Usualmente as escolas de arquitetura e urbanismo estabelecem um currículo mínimo para formação de um arquiteto. Dentre as disciplinas que compõem esse currículo tem-se: desenho livre, desenho técnico, matemática, cálculo, sistemas estruturais, estética, projeto de arquitetura, planejamento urbano, intervenções em sítios históricos,

¹ BIM significa: modelo de informação da construção, onde o modelo digital construído compartilha informações ao longo de todo o arquivo de projeto. ¹

paisagismo, morfologia da arquitetura, história da arquitetura, teoria da arquitetura, controle ambiental, prática profissional e computação gráfica para arquitetura. No entanto, na grande maioria das áreas de ensino, inclusive de arquitetura e construção, dado a constante evolução tecnológica, o conteúdo transmitido nas salas de aula deve estar sempre em sintonia com as novas necessidades de uma sociedade.

Em 2006, a área de arquitetura e urbanismo passou a contar com uma resolução do Conselho Nacional de Educação (CNE, N°6/2006) que fixava os conteúdos básicos que agiriam como um norte para o desenvolvimento dos projetos pedagógicos dos cursos. A Associação Brasileira de Ensino de Arquitetura e Urbanismo (ABEA) apoiou a resolução e segue com lançamentos periódicos de guias para as boas práticas da arquitetura e novas tecnologias para graduandos, docentes e profissionais atuantes no mercado da construção.

Por sua formação bastante abrangente, notável pela variedade de campos compreendidos pelas disciplinas básicas fixadas pelo CNE e garantidas pelo Ministério da Educação (MEC) através de suas diretrizes curriculares, o ensino de arquitetura e urbanismo tem como premissa a capacitação de profissionais que consigam interagir em vários campos do saber, sendo capazes de lidar com o planejamento e desenvolvimento, assim como as tecnologias que possibilitam a efetivação dos mesmos. Lidar com essas tecnologias, num cenário onde essas estão em constante evolução, significa a abertura e busca constantes por conhecimentos. Não somente pelos profissionais atuantes no mercado, mas também pelos professores que são responsáveis pela formação dos novos arquitetos e urbanistas.

O objetivo geral da pesquisa consiste em realizar de forma quali-quantitativa estudos que possam identificar e analisar os desafios para a implantação da plataforma BIM no ensino contemporâneo de arquitetura e construção. O foco está na cidade de Anápolis-GO. A partir das reflexões e resultados obtidos, propõe-se um produto educacional que possa ajudar a solucionar tais desafios.

Foram propostos alguns objetivos específicos, são eles: compreender o estado da tecnologia computacional aplicada ao ensino de arquitetura e urbanismo; verificar a aplicabilidade do uso da plataforma BIM neste ensino, e analisar implantações bem-sucedidas a partir da realidade de Instituições de Ensino específicas, a fim de encontrar diretrizes para aplicações similares. Por último, desenvolver, com base nesses estudos, um minicurso e uma apostila com dicas e exercícios básicos para a utilização do

Autodesk Revit (*software* que utiliza a plataforma BIM mais difundido no mercado da construção no Brasil).

Os procedimentos metodológicos utilizados, num primeiro momento, partem da pesquisa bibliográfica (MINAYO, 2004). A pesquisa bibliográfica teve como foco compreender a utilização de Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs) no ensino, com foco no ensino de arquitetura e construção, e os desafios enfrentados para a inserção de novas tecnologias, com ênfase na plataforma BIM, assim como o entendimento dos resultados positivos e negativos com base no estudo de implantações efetivadas em instituições de ensino de arquitetura e urbanismo.

Num segundo momento ocorreu a pesquisa de campo quali-quantitativa, onde foi observado os resultados do questionário *online*, aplicado aos alunos e professores dos cursos de arquitetura e urbanismo. A partir da pesquisa de campo foi possível um melhor entendimento da realidade atual da plataforma BIM no ensino. Desse modo, foi feita uma análise dos problemas para que seja possível construir hipóteses que ajudem a solucionar os desafios apontados pela pesquisa quanto à implantação dessa plataforma.

Num terceiro momento aconteceu o cruzamento dos dados bibliográficos com os dados coletados com os questionários, o que permitirá a confecção de um minicurso e apostila para facilitar a implantação da plataforma BIM como produtos educacionais dessa dissertação.

O ensino não deve se fechar ao surgimento de novas tecnologias, e as possibilidades geradas pelas mesmas, assim como os profissionais do ensino não devem se manter aquém dessas inovações. Tendo isso como base, o presente trabalho tem como eixo norteador as seguintes questões: quais os desafios para a implantação do BIM no ensino de arquitetura e urbanismo? Como deve ser feita a implantação do BIM nessas instituições de ensino? Essas perguntas, embasadas na ideia de que é preciso uma reflexão – e com isso o surgimento de professores reflexivos – seguida da reflexão constante dos professores, norteiam essa pesquisa.

Quanto à estrutura, este trabalho está organizada da seguinte forma: uma introdução geral, três artigos, considerações finais sobre o conjunto do trabalho e uma proposição educacional, também denominada de produto. Ressalta-se que esse formato, composto por artigos, é uma das possibilidades permitidas pelo PPEC/UEG. O objetivo com essa distribuição foi de potencializar a discussão, possuindo uma introdução para explicar o conteúdo geral da pesquisa, dois artigos de revisão bibliográfica, e um artigo

para a pesquisa de campo. O produto educacional é apresentado como um apêndice (Apêndice B).

Na introdução apresenta-se a origem da pesquisa, sua relevância, objetivos e metodologia utilizada para que fosse possível compreender o objetivo central do estudo e buscar hipóteses para os problemas apresentados.

No primeiro artigo, haverá a verificação quanto as tecnologias de informação e comunicação como importantes ferramentas de ensino. Apresenta-se a conceituação dessas tecnologias, um breve histórico de sua inserção nos cursos de arquitetura e edificações, a relação dessas tecnologias como cultura, o entendimento dessas tecnologias no ensino e sua importância no mundo tecnológico e a nova função das instituições de ensino diante da sociedade tecnológica.

O segundo artigo, trata da aprendizagem arquitetônica por meio da plataforma BIM com um olhar a partir da teoria Vygotskyana e sua relação com o ensino no ambiente tecnológico. Dessa forma, cria-se a possibilidade de compreensão das ferramentas tecnológicas de simulação tridimensional como mediadoras do processo de aprendizagem e integração de saberes. Apresenta-se a conceituação da teoria sócio-histórico-cultural de Vygotsky e a mediação entre sujeito e meio no processo de desenvolvimento. Também o cenário atual das tecnologias em sala de aula, como o modelo de informação simulado, e a conceituação da plataforma BIM. Aborda-se, ainda, o conceito de professor reflexivo, a fim de compreender a necessidade de reflexão por parte dos professores em relação a suas atividades, seus resultados e o meio onde se encontra. Ainda neste capítulo, haverá a comparação a plataforma CAD² (*computer aided design*) com a plataforma BIM a fim de buscar compreender historicamente a situação atual das tecnologias da informação na arquitetura e os desafios da implantação do BIM, encontradas no estudo da bibliografia, assim como alguns exemplos dessas implantações.

O terceiro artigo refere-se ao desenvolvimento da pesquisa de campo, que é composta pela aplicação de questionário online para 40 alunos e 10 professores de instituições de ensino diversas. Utiliza-se a abordagem quali-quantitativa para a análise desses dados a fim de que, com os resultados, fosse possível confeccionar um curso de curta duração e uma apostila com dicas e sugestões para a aprendizagem do BIM por meio do Autodesk Revit.

² CAD significa: desenho auxiliado por computador, onde o desenho digital é produzido no num espaço 2D infinito a partir de linhas e formas geométricas.

Por fim, o produto educacional encontra-se como um apêndice desse trabalho. Trata-se de um curso de curta duração e uma apostila. Para o curso foi feito um plano de aula contendo a carga horária, os equipamentos necessários e o conteúdo. A apostila possui em seu conteúdo dicas para a uma possível implantação pessoal ou na instituição de ensino – em resposta aos desafios avaliados nos questionários e revisão bibliográfica – da plataforma BIM em sala de aula, dentro da realidade estudada no estudo bibliográfico e com os questionários. O minicurso e a apostila, em contexto, auxiliarão de forma positiva que professores e alunos possam entrar em contato com novas TICs.

1.1. TRAJETÓRIA DO PESQUISADOR: CAMINHOS PERCORRIDOS DURANTE A CONSOLIDAÇÃO DA PROPOSTA TEMÁTICA

O exemplo para seguir a carreira acadêmica, como pesquisador e professor, surgiu de modo inusitado. Até o ingresso no curso de Arquitetura e Urbanismo na Universidade Estadual de Goiás (UEG) Campus de Ciências Exatas e Tecnológicas, eu não era o que poderia ser denominado como um ávido leitor. Provavelmente havia lido pouco mais de cinco livros. Essa situação mudou quando no primeiro semestre de curso o professor doutor Alexandre Ribeiro, em uma de suas aulas, indicou aos calouros o livro *Saber ver arquitetura* de Bruno Zevi.

Devorei o livro em casa, pelos corredores da UEG e até mesmo dentro do transporte público. Essa leitura teve grande benefício para a minha formação, não somente por ter me dado uma nova visão sobre o que era arquitetura, mas também por ter me ensinado que ler e escrever são as formas mais complexas de delinear o pensamento criativo e crítico. Com a leitura desse livro, ler se tornou um hábito.

Durante o quinto período na faculdade de arquitetura e urbanismo na UEG fomos convidados a assistir bancas de trabalho de conclusão de curso (TCC) onde tive o primeiro contato com a plataforma BIM. Lá observei diversos projetos complexos e com inúmeros detalhamentos, algo que para mim e para a grande maioria dos meus colegas, era uma realidade um pouco distante. Não porque não conseguiríamos desenvolver algo assim, mas por que a rotina do curso de certo modo impedia um trabalho feito com tantos detalhes em inúmeras plantas baixa³, cortes⁴, elevações⁵ e

³ Planta Baixa é o nome que se dá ao desenho de uma construção feito, em geral, a partir do corte horizontal à altura de 1,5m a partir da base.

imagens. Ao fim de cada uma das bancas com características semelhantes, no que se diz ao grande número de informações, eu me dirigia aos novos arquitetos e os questionava sobre que *softwares* eles utilizavam. A resposta era sempre a mesma: “Revit” (*software* da Autodesk para a plataforma BIM).

Naquele ponto do curso já havíamos terminado as disciplinas de computação e o *software* que eu havia aprendido não se comparava, em número de possibilidades e tempo para a finalização de um projeto, com o que havia visto. No entanto, o *software* aprendido seria a base para todo o desenvolvimento de projeto técnico. Prontamente me inscrevi num curso, fora da faculdade, para que eu pudesse aprender aquele programa e agregar a minha bagagem instrumental. No entanto, mesmo naquela época, eu me perguntava o porquê de não ter aprendido aquela plataforma dentro da minha faculdade como parte integrante do curso.

Em 2011, pouco mais de um ano após o curso externo de Autodesk Revit ter sido concluído, tive a oportunidade de lecionar esse *software* na UniEVANGÉLICA de Anápolis como curso de extensão. Esta foi minha primeira experiência como docente. Com diversas turmas de vinte alunos foi possível perceber que existia uma demanda muito grande que o curso de arquitetura não estava suprindo. Assim, comecei a enxergar um problema. Os alunos estavam arcando com gastos ainda maiores do que com a mensalidade tradicional para poder aprender uma plataforma que eles, em pouco tempo, utilizariam para substituir a plataforma aprendida na universidade. Foi então que comecei a observar a possível relação entre a implantação de novas tecnologias no ensino e a prática docente.

Tendo participado de bancas de conclusão de curso na Faculdade Metropolitana de Anápolis (FAMA) desde 2016, pude perceber o mesmo fenômeno que observara durante o ano de 2008, como acadêmico na UEG, e em 2011 como professor de extensão na UniEVANGÉLICA, os alunos produziam, em sua maioria, trabalhos de conclusão na plataforma BIM, sendo que a plataforma ensinada na instituição de ensino com exclusividade era a plataforma CAD. Essa percepção da realidade serviu como uma fagulha para reativar a minha curiosidade sobre esse fenômeno.

⁴ Corte é a representação de vistas ortográficas seccionais, obtidas quando passamos por uma construção um plano de corte e projeção vertical, normalmente paralelo ao objeto, e retiramos a parte frontal.

⁵ Representação gráfica das fachadas em plano ortogonal, ou seja, sem profundidade ou perspectiva.

A minha primeira experiência como docente do ensino superior se deu em 2016 – mesmo período que fui convidado para participar das bancas de conclusão de curso na FAMA – como docente na Universidade Federal de Goiás (UFG) para os cursos de Geologia, Engenharia de transportes e Engenharia de Produção como professor de desenho técnico, desenho livre e desenho técnico auxiliado por computador. O desafio de ensinar e demonstrar o quanto a visualização espacial, o desenho técnico e as ferramentas de tradução de informações visuais, eram importantes, me fez perceber que a maioria das disciplinas técnicas dos cursos estavam desatualizadas quanto à prática dessas profissões, assim como desatualizadas quanto às necessidades dos alunos e com o modo na qual a realidade tecnológica havia modificado o tipo de aluno ingressante no ensino superior. Afinal, o aluno no mundo tecnológico lida constantemente com a inovação.

A soma de todos esses fatores fez reacender a vontade de progredir na vida acadêmica, me aprimorando sempre que possível. Fazer o “mestrado” se tornou um objetivo que, felizmente, pude realizar ao ingressar através do processo seletivo no Mestrado Profissional em Ensino de Ciências da Universidade Estadual de Goiás, mestrado esse que ingressei através da proposta de uma pesquisa sobre a relação entre os desafios da implantação da plataforma BIM no ensino de arquitetura e construção e a formação continuada de professores em meio a nossa cultura de constante desenvolvimento tecnológico.

As somatórias de minhas experiências foram imprescindíveis para despertar o interesse por uma pesquisa como esta. No entanto, foi a partir de discussões com o orientador e estudos dirigidos sobre o tema, além de palestras, seminários e congressos que tratavam do tema BIM, e ensino no campo da arquitetura, e educação geral vinculada as tecnologias, que fui capaz de encontrar a ponte entre ambas e amadurecer a ideia inicial.

Além disso, as aulas do mestrado profissional me fizeram perceber ainda mais que a formação de professores deve ocorrer de maneira contínua. É importante que o professor tenha domínio da teoria, ainda mais em tempos onde o conhecimento está a um *click* de distância, no entanto também é necessário que, vivendo no mundo de constante evolução tecnológica, que o professor esteja a par da realidade a sua volta, fazendo com que seu próprio conhecimento seja sempre renovado por agentes externos, de modo que o professor seja, de certo modo, sempre um aluno. O professor é peça chave para instruir seus alunos e dar significado a educação. É através dessa ideia que

devemos estar atentos às mudanças no exercício da profissão professor, assim como, sendo este o caso desta dissertação, de arquiteto e construtor, se aperfeiçoando efetivamente.

2. CONTEXTUALIZAÇÃO

Refletir sobre o ambiente de ensino de arquitetura e construção é de extrema importância num país onde existem mais de 200 (duzentas) escolas de Arquitetura e Urbanismo, onde estudam atualmente pelo menos 50.000 (cinquenta mil) acadêmicos e se graduam cerca de 5.000 (cinco mil) novos arquitetos a cada ano. Esses estudantes e profissionais precisam se adaptar a novas tecnologias e modos de projeto para modificar o mercado e melhorar a prática arquitetônica de forma mais sustentável e rentável (CAU/BR. 2012).

Há alguns anos as tecnologias pessoais, como computadores e celulares, fazem parte da vida das pessoas. Com o advento dessa difusão tecnológica diversas mudanças nas dinâmicas de relacionamento, trabalho, estudo e desenvolvimento ocorreram. Na arquitetura as novas tecnologias de sistemas construtivos logo encontraram seu lugar, enquanto as tecnologias voltadas para a metodologia de projeto precisaram passar por um processo de aceitação muito mais lento e complexo. Uma vez que essas tecnologias de projeto foram introduzidas à arquitetura, engenharia e edificações elas alteraram os ateliês e escritórios. Agora os arquitetos estão mais conectados, e em seu local de estudo e trabalho pode-se ver mesas repletas de computadores pessoais (*laptop, tablet, netbook e notebook*) conectados à internet (CAIXETA, 2013).

Segundo Caixeta (2013), as faculdades têm falhado em se adaptar a novas tecnologias de ensino. Isso não quer dizer que grande parte dessas instituições tem dificuldades em utilizar tecnologias da informação e comunicação como *notebooks*, projetor multimídia e equipamentos específicos, no entanto, é bastante comum que essas instituições tenham enorme dificuldade em acompanhar avanços tecnológicos digitais, como novos *softwares*, na vanguarda, especialmente se essas tecnologias precisarem ser constantemente renovadas. Algumas das implantações tecnológicas vistas em instituições de ensino costumam demorar até dez anos para serem totalmente implantadas. Esse atraso é certamente preocupante.

Ehrmann (1995) aponta que o valor de se adaptar novas tecnologias à educação é poder trazer cada vez mais relevância para o ensino nas escolas. O autor explica que a

aprendizagem adquirida nas escolas representa uma parcela cada vez menor da aprendizagem que se adquire no dia-a-dia, isso porque, fora da escola, os estudantes são bombardeados por informações e diversas tecnologias. Lidar com o computador fora de sala de aula é uma rotina praticamente banal, no entanto, as escolas ainda tratam como se fosse, dentro delas, uma exceção. O mesmo vale para o avanço tecnológico, onde os estudantes estão acostumados a ver os seus celulares, jogos, computadores, *softwares* e equipamentos sendo modificados quase que anualmente. Não é incomum encontrar alunos próximos a finalização do curso de arquitetura que possuem em seu vocabulário *softwares* bem mais avançados do que os ensinados pela faculdade, como é o caso da plataforma BIM.

Programas que se utilizam da plataforma BIM são capazes de criar ambientes virtuais completamente diferentes dos possíveis com plataformas anteriores, por exemplo com o CAD. O BIM permitiu a criação de modelos de informação digital, o que poderia ser resumido como a construção de um edifício ainda no ambiente virtual. O que antes se delimitava como uma representação bidimensional, onde linhas eram entendidas como paredes, no BIM passa a ter um teor mais aproximado da construção real. Uma ferramenta chamada “parede” possui propriedades relativas à sua correspondente real, como altura, materiais, área, volume e camadas (KOLAREVIC, 2003).

O *National BIM Standards Committee* (NBIMS, 2007) define o BIM como uma representação digital das características físicas e funcionais de uma edificação. Define ainda, como resultado final, o modelo interativo, uma representação digital inteligente de dados, que transita e encerra diversas disciplinas e possui processos automatizados de trocas de dados, agindo tanto no âmbito da gestão, procedimentos e processos em equipe. Succar (2008) define o BIM como um conjunto integrado de políticas, processos e tecnologias, que age no gerenciamento do projeto e seus dados (digitais) ao longo do ciclo de vida do edifício (da concepção ao edifício construído).

Ou seja, a plataforma BIM trabalha com o conjunto das informações geradas e mantidas ao longo do ciclo de vida de uma edificação. Ele influencia drasticamente na construção, permitindo que a arquitetura seja integrada à engenharia, ou até mesmo permitindo que arquiteto e construtor visualizem a estrutura dentro do modelo virtual. Por ser um modelo tridimensional no ambiente digital, isso permite, com inúmeras ferramentas e opções, explorar formas diferenciadas criando respostas para problemas específicos, além de soluções volumétricas bastante distintas. O ambiente

tridimensional da maquete se alia ao ambiente bidimensional das vistas de projeto – projeção ortogonal de um determinado foco do edifício – em que alterações feitas em qualquer uma das duas, resultam em alterações na outra. Portanto, o BIM, além de ser uma ferramenta de modelagem que integra modelo e representação arquitetônica, é também um conceito de integração de disciplinas e processos (KOLAREVIC, 2003).

Frente a novas tecnologias, o papel do professor não deve ser de omissão, ou de se fechar no mundo de ensino na qual já está habituado. O professor precisa rever constantemente os seus conhecimentos, ficando a par de tecnologias, tanto emergentes, como já existentes implantadas em outras instituições de ensino de seu segmento (EHRMANN, 1995). O caso dos professores frente o CAD e BIM é um exemplo de que as tecnologias, embora já sejam realidade no mercado de trabalho, costumam chegar tardiamente ao ambiente formal de ensino (WILLIS; WOODWARD, 2010).

O ensino de arquitetura e urbanismo é, de certo modo, moldado pelas tecnologias que são utilizadas para exercer a profissão. Seja na construção civil ou não prática de projeto, o exercício profissional, assim como, o ensino da profissão, está diretamente ligado as inovações tecnologias e suas reverberações no mercado e na academia. O ensino moderno de arquitetura – mais especificamente o ensino do projeto arquitetônico – tem sido amparado e executado por ferramentas digitais que auxiliam o desenho. No entanto, essas ferramentas, como o CAD, que, embora tenham grande valor técnico e educacional – sendo utilizado pela grande maioria dos cursos que envolvam o desenho técnico em suas disciplinas – em comparação com *softwares* da plataforma BIM, que também possuem em seu acervo de ferramentas todas as funções que um CAD tradicional possua, não tem a possibilidade de criação de um modelo de informação tridimensional que possa compartilhar as informações ao longo de todo o projeto, oferecendo veracidade e intercomunicação (SUCCAR, 2009).

Desde o surgimento do ensino de arquitetura e construção, enquanto disciplina e profissão, as pranchetas e o papel permitiram ao arquiteto, engenheiro e projetista representar de forma artesanal o edifício a ser construído e suas especificidades. Foi no século passado que essas pranchetas começaram a ser substituídas por sistemas e computadores capazes de representar de forma digital os mesmos desenhos que até então eram feitos com papel e nanquim. O CAD surge pela primeira vez nos anos 1960. A primeira proposta foi desenvolvida por Ivan Sutherland no Massachusetts *Institute of Technology* (MIT), chamado *Sketchpad*. Ele possuía algoritmos que permitiam visualizar a criação de geometrias e edição de formas. Dava-se início a era da

computação gráfica. Com a aplicação desses algoritmos em outras áreas pode-se expandir o conceito do sistema levando ao surgimento do *Computer Aided Engineering* (CAE) para projetos de engenharia, *Computer Aided Architectural Design* (CAAD) para projetos de arquitetura e *Computer Aided Manufacturing* (CAM) para indústrias (RUSCHEL; BIZELLO, 2011).

O CAD tradicional (que é o CAAD que não possui a interligação com o BIM) pode ser resumido como um ambiente digital, com possibilidade bidimensional e tridimensional, como uma prancheta que permite todos os tipos de representação num plano virtualmente infinito, capaz de qualquer representação gráfica. A partir dele é possível, como um papel em branco, que permite qualquer tipo de desenho, criar com linhas e formas um projeto técnico de arquitetura. O CAD tradicional não é voltado para um tipo de desenho técnico específico, mas pode ser utilizado para uma grande variedade de funções. O CAD mudou drasticamente a forma de projetar, substituindo as pranchetas físicas por pranchetas digitais, no entanto, ele não expandiu a visibilidade e o controle do objeto arquitetônico como um todo (KOLAREVIC, 2003). Wills e Woodward (2010) mostram que enquanto o CAD mudou a maneira como a maioria dos arquitetos criava os desenhos de construção, não houve uma mudança imediata do papel desses desenhos na produção do edifício.

Carvalho e Pereira (2012) mostram que devido ao fato do CAD ter se difundido de forma tão positiva, mesmo que lentamente no início, como sucessor das pranchetas físicas, esse é um dos motivos pelo qual são raras as iniciativas de se desenvolver projeto em três, ou mais, dimensões. No entanto, ao CAD e a prancheta física sempre faltou a sensação de movimentação, tão importante na arquitetura, nos filmes e na vida. Zevi (1996, p. 23), definindo a importância dessa dimensão, revela: “Em arquitetura, no entanto, o fenômeno é totalmente diferente e concreto: aqui é o homem que, movendo-se no edifício, estudando-o de pontos de vistas sucessivos, cria, por assim dizer, a quarta dimensão, dá ao espaço a sua realidade integral”. Compreender arquitetura é, primordialmente, um exercício de compreensão espacial, do edifício e do contexto urbano que o engloba, atividade que tem início mesmo antes de serem construídos. É com o surgimento da modelagem digital, gerando volumes e vazios, que foi possível ao arquiteto a manipulação, ainda que digital, da terceira e quarta dimensão. Nesse contexto, dá-se início as primeiras experimentações arquitetônicas na plataforma BIM.

No Brasil, as primeiras discussões sobre desenho assistido por computador surgiram quando a portaria 1.770/94, do Ministério da Educação e Cultura (MEC),

fixou novas diretrizes e conteúdos mínimos, tornando a informática aplicada à arquitetura (arquitetura digital) uma disciplina obrigatória – tendo em vista que o mercado precisava de métodos mais ágeis para desenvolver projetos, e que grande parte dos escritórios voltados para a construção e planejamento exigiam o conhecimento prévio de desenho técnico auxiliado por computador para ingresso. Ou seja, o mercado estava fazendo pressão para que as universidades começassem a ensinar a plataforma CAD, que até então só poderia ser aprendida em cursos externos. Do mesmo modo, o BIM se encontra num processo de implantação no Brasil, nas instituições de ensino superior e ensino de arquitetura e construção, turbulenta e de certo modo ainda não satisfatória (WOODWARD, 2010).

É preciso perceber que o surgimento de novas tecnologias não significa necessariamente substituir as existentes, embora essa possa ser uma consequência, a maioria das novas tecnologias são desenvolvidas se embasando do existente. Sendo assim, essa pesquisa não é sobre a substituição do CAD pelo BIM, mas, sobre a implantação do último como inovação tecnológica já existente, e consolidada em diversas instituições de ensino e escritórios, há mais de dez anos.

Por um lado, temos a escola, com o ensino engessado em seu conservadorismo. Por outro a incontestável presença de inovações e modificações, cada vez mais rápidas, no nosso dia-a-dia contemporâneo. Para Sibilia (2012) as tecnologias alargaram ainda mais a fissura entre a escola e as mídias, fissura essa que já havia sido aberta com o advento da televisão e da cultura áudio visual. A educação deve acompanhar as mudanças da sociedade, sendo a tecnologia de modelagem de informação interativa uma ferramenta que traz consigo uma demanda por novas técnicas pedagógicas. O aluno não deve sofrer com lacunas deixadas por uma educação que não conseguiu se adaptar e acompanhar as inovações tecnológicas.

A partir disso, a pesquisa desenvolvida justifica-se pela necessidade de identificar, analisar e compreender os desafios que novas tecnologias, como a plataforma BIM, capazes de modificar o modo como o ensino e a prática de arquitetura acontecem, enfrentam para serem implantados. Deste modo, tornando possível antecipar e prever situações parecidas com o provável e previsível surgimento de outros agentes capazes de mudar paradigmas no ensino de arquitetura e construção.

3. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GERAL

Esta dissertação tem como objetivo principal analisar os desafios e propor soluções para a implantação da plataforma BIM no ensino contemporâneo de arquitetura e urbanismo.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analisar o estado atual da tecnologia computacional aplicada ao ensino de arquitetura e urbanismo;
- Identificar a aplicabilidade do uso da plataforma BIM no ensino de arquitetura segundo as suas potencialidades e limitações;
- Verificar implantações bem-sucedidas a fim de compreender e encontrar diretrizes para novas implantações;
- Desenvolver um curso de curta duração com diretrizes para a implantação e utilização da plataforma BIM através do Autodesk Revit, constituindo, assim, uma proposição educacional.

4. METODOLOGIA

4.1. TIPOLOGIA

A partir da problemática estudada esta pesquisa tem como tipologia a Pesquisa mista, sendo ela quantitativa e também qualitativa. Minayo (2004) postula que a abordagem qualitativa se preocupa com a realidade que não pode ser quantificada, trabalhando com um universo de significados e concepções, motivações, valores e atitudes. Enquanto a abordagem quantitativa lida com amostras que podem ser consideradas representativas da população, cujos resultados podem ser tomados como um retrato real de uma população geral e alvo da pesquisa. Assim, essa pesquisa está em modelo híbrido. Possui tanto análises semânticas dos significados presentes, quanto também análises estatísticas sobre os dados obtidos.

4.2. POPULAÇÃO AMOSTRA

A amostragem será do modo Probabilística do tipo Amostra Aleatória Simples (AAS). Os sujeitos da amostra são docentes e discentes dos cursos de arquitetura e urbanismo. A seleção dos sujeitos desta pesquisa será realizada por meio da utilização dos seguintes critérios: se tornar voluntário para a pesquisa e se disponibilizar para responder o questionário *online* com perguntas direcionadas para docentes e discentes do curso de arquitetura e urbanismo.

4.3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Quanto aos procedimentos metodológicos essa pesquisa foi elaborada do seguinte modo: revisão bibliográfica sobre os desafios do ensino frente as inovações tecnológicas que se fazem presentes em nossa sociedade, e que adentram a sala de aula (pesquisa descritiva) e compreensão da realidade da cidade de Anápolis-GO com relação aos desafios de implantação da plataforma BIM no ensino de arquitetura e construção (pesquisa de campo).

A pesquisa bibliográfica se iniciou pela releitura do papel e a importância das tecnologias para a sociedade contemporânea, assim como buscou-se artigos e livros, a partir das palavras chave “BIM”, “REVIT”, “TICs” que pudessem esclarecer os desafios para a implantação de novas tecnologias no ensino, com ênfase no ensino de arquitetura e urbanismo. No segundo momento da pesquisa bibliográfica buscou-se compreender o papel dessas tecnologias, assim como dos professores, como mediadores do ensino, e o modo como o conhecimento integrado pode ser mediado. De um lado, foi feito um levantamento bibliográfico sobre a tecnologia na educação, e do outro, sobre a implantação da plataforma BIM. Analisamos o material selecionado com o propósito de determinar quais os possíveis desafios para a implantação dessa plataforma e quais as possíveis diretrizes, dentro da realidade pesquisada, para que ela acontecesse.

O questionário *online* foi planejado, delineando cuidadosamente os objetivos a serem alcançados. Para discentes, o período acadêmico que se encontram; para docentes, o tempo de carreira e área de ensino. Os sujeitos serão esclarecidos dos objetivos da pesquisa.

Diante do cruzamento entre o que foi discutido no levantamento bibliográfico e os resultados dos questionários, foi desenvolvido um curso de curta duração que possa

abranger os princípios básicos da plataforma BIM, assim como retirar o máximo de dúvidas sobre possíveis usos e potencialidades de integração BIM com as disciplinas existentes em cada curso (apêndice B). Como suporte para o curso, será produzido uma apostila com seleção de materiais digitais como auxílio a utilização dessa tecnologia. Para a elaboração de ambos os materiais educativos, será proposto o método dialético de Vygotsky, que tem como foco a interpretação totalizante da realidade, onde os fatos não estão alheios do contexto social, político, econômico, etc.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10520: **apresentação de citações em documentos**. Rio de Janeiro: ABNT, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 14724: **informação e documentação: trabalhos acadêmicos e apresentação**. 2. ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2014.

CAIXETA, L. M. **Estudo crítico sobre o uso de ferramentas de modelagens tridimensionais de informações digitais BIM no ensino contemporâneo da arquitetura**. 2013. 175 f., il. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo). Universidade de Brasília, Brasília, 2013.

CARVALHO, R. S; PEREIRA, A. P. S. **O professor de projeto de arquitetura a era digital: desafios e perspectivas**. *Revista Gestão e Tecnologia de Projetos*, v. 6, 2012. Disponível em: <<http://www.revistas.usp.br/gestaodeprojetos/article/view/51007/55074>>. Acesso em: 20 agosto. 2015.

CAUBR. **Conselho de arquitetura e urbanismo do Brasil**. Dados gerais CAU/BR 2012. 2012. Disponível em: <<http://www.caubr.gov.br/censo/resource/site/pdf/nacional/Censo-CAU-Brasil.pdf>> Acesso em 20 setembro 2015.

EHRMANN, C. S. **A Partnership Supporting Computers in the Schools: Lessons From Portugal**. 1995. Disponível em <<http://teachersinstitute.yale.edu/pubs/A17/ehrmann.html>>. Acesso em: 03 julho 2018.

KOLAREVIC, B. **Architecture in the digital age: design and manufacturing**. Oxon: Taylor And Francis Group, 2003.

MINAYO, M. C. S. **O desafio do Conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde**. 8 ed. São Paulo: Hucitec, 2004.

NBIMS. **National BIM standards committee**. Version 1: Overview, principles, and methodologies. 2007. Disponível em: <https://www.wbdg.org/pdfs/NBIMsv1_p1.pdf> Acesso em 20 ago. 2015.

RUSCHEL, R. C; BIZELLO, S. A. **Avaliação de sistemas CAD livres**. “In”: KOWALTOWSKI, Doris Catharine Cornélie Knatz et al. *O processo de projeto em arquitetura: da teoria à tecnologia*. São Paulo: Oficina de Textos; 2011.

SIBILIA, Paula. **Redes ou paredes: a escola em tempos de dispersão**. Tradução de, Ribeiro, Vera. 2012. Contraponto, Rio de Janeiro

SUCCAR, B. **Building information modelling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders**. *Automation in Construction* v.18. 2009.

WILLIS, D.; WOODWARD, T. **Diminishing difficulty**. In: CORSER, R. Fabricating architecture. New York: Princeton Architectural Press, 2010. p. 178-213.

WOODWARD, T. **Diminishing difficulty**. In: CORSER, R. Fabricating architecture. New York: Princeton Architectural Press, 2010. p. 178-213.

ZEVI, B. **Saber ver a arquitetura**. São Paulo: Martins Fontes, 1996. P. 23

TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO (TIC) E O ENSINO DE ARQUITETURA

RESUMO:

O artigo em questão tem como objetivo fazer uma leitura e verificação das tecnologias de informação e comunicação (TIC) e o seu valor como importante ferramenta de ensino. A inserção de novas tecnologias no ensino costuma encontrar diversos desafios para sua efetivação, em contraponto com a realidade do mundo contemporâneo que, por sua vez, se encontra em constante estado de renovação e inovação tecnológica. Neste artigo será apresentado a conceituação dessas tecnologias e sua relação com o ensino e aprendizagem num ambiente escolar, o que permite a compreensão de novas dinâmicas de ensino. Para tanto, será desenvolvido um estudo do histórico dessas tecnologias de informação, com ênfase no ensino de arquitetura e urbanismo, identificando os desafios encontrados, durante a implantação dessas TICs, e após a efetivação delas. Por fim, será analisado a relação das TICs, como cultura – em especial como Cibercultura – no intuito de buscar o entendimento dessas tecnologias no ensino e sua importância no mundo tecnológico, assim como a nova função das instituições de ensino diante da sociedade tecnológica.

Palavras-chave: TIC; ensino de arquitetura e urbanismo; cibercultura.

ABSTRACT:

The article in question aims to make a reading and verification of information and communication technologies (ICT) and its value as an important teaching tool. The insertion of new technologies in education tends to encounter several challenges for its effectiveness, as opposed to the reality of the contemporary world, which, in turn, is in a constant state of renewal and technological innovation. This article will present the conceptualization of these technologies and their relationship with teaching and learning in a school environment, which allows the understanding of new teaching dynamics. To do so, a study of the history of these information technologies, with emphasis on architecture and urbanism teaching, will be developed, identifying the challenges encountered during the implementation of these ICTs, and after their implementation. Finally, the relationship of ICTs, as culture - especially as Cyberculture - will be analyzed in order to seek the understanding of these technologies in teaching and their importance in the technological world, as well as the new role of educational institutions in the face of technological society.

Keywords: ICT; architecture and urbanism teaching; cyberculture

1. INTRODUÇÃO

“As invenções da ciência e da tecnologia em geral, e especialmente a da comunicação, têm estimulado e ao mesmo tempo causado um processo de transformação amplo na sociedade” (CARDOSO, 1999, p. 218). As tecnologias da informação e comunicação (TIC) trouxeram, e continuam a trazer mudanças nos ambientes de ensino e aprendizagem. A escola, outrora ambiente exclusivamente categorizado pelo protagonismo nas dinâmicas da educação, se vê, cada vez mais,

direcionada para uma prática com foco na aprendizagem, e não somente no ensino. A distinção entre as duas práticas se dá de modo sutil, porém com ramificações poderosas. Enquanto a escola focada no ensino se preocupa em passar um conteúdo, com uma metodologia enrijecida por ano de tradicionalismo, a escola focada na aprendizagem se preocupa nos métodos e meios para sua efetivação (ALARCÃO, 2001).

Sagan (1995) traz luz a algo que pode ser traçado para descrever as diferenças entre essas escolas e pode ser atribuído ao ensino de ciências. Um ensino de ciência que se foca no método, como por exemplo o método científico, possui maiores garantias de se tornar em aprendizado efetivo, uma vez que se preocupa em passar e racionalizar um modo de pensar. No entanto, um ensino focado apenas em passar leis científicas e resultados de observações, tem uma grande tendência de formar pessoas com menor senso crítico e ceticismo científico.

A inserção de TIC no ambiente escolar é de fato uma mudança de paradigma bastante importante. No entanto, como grande parte dos processos de mudanças de paradigmas no ensino, ele acontece de forma complexa. Essas tecnologias de informação e comunicação – como computadores, internet, *softwares*, jogos eletrônicos, celulares – que são ferramentas comuns ao dia a dia da chamada geração digital, dado a sua natureza interativa, abrem espaço para mudanças na construção do conhecimento.

Essas mudanças não acontecem somente no âmbito do ensino, mas premeiam todas as áreas da sociedade. Enquanto parte, intrínseca, da sociedade de informação, as TICs surgem no contexto da evolução tecnológica e adentram os contextos socioculturais a todo momento. Moran et al. (2000) esclarecem que as tecnologias modificam as dinâmicas da nossa inter-relação com o mundo, da percepção da realidade, da interação com o tempo e o espaço.

A miniaturização das tecnologias de comunicação permite maleabilidade, mobilidade, personalização que facilitam a individualização dos processos de comunicação, o estar sempre disponível (alcançável), em qualquer lugar e horário. Essas tecnologias portáteis expressam de forma patente a ênfase do capitalismo no individual mais do que no coletivo, a valorização da liberdade de escolha, de eu poder agir, seguindo a minha vontade. Elas veem de encontro a forças poderosas, instintivas, primitivas dentro de nós, às quais somos extremamente sensíveis e que, por isso, conseguem fácil aceitação social. (MORAN et al. 2000, p. 25)

De fato, as novas tecnologias digitais, como parte das TICs, se constituem como ferramentas importantes para o desenvolvimento do processo de aprendizagem. Começam por criar novos espaços de aprendizagem, assim como novas formas de

representação da realidade, para a ampliação de contextos dentro dos processos de produção do conhecimento. Essas tecnologias, de modo extremamente importante, impulsionam o desenvolvimento do pensamento reflexivo e integrativo. A partir dessas modificações do contexto tradicional é possível o surgimento de soluções criativas aos novos problemas que surgem, sendo essas possibilidades geradas do uso adequado das ferramentas computacionais de modo a favorecer os ambientes de aprendizagem (VALENTE, 1999).

Existem diversos usos para essas TICs. Os computadores estão presentes em quase todos os tipos de graduação, como parte dos equipamentos para o desenvolvimento das aulas. Certos *softwares*, como por exemplo o AutoCAD, acabam cruzando diversos tipos de disciplinas devido a sua compatibilidade com o desenho técnico, disciplina integrante de grande parte das engenharias. A partir do AutoCAD, os alunos são capazes de fazer desenhos em pranchetas virtualmente infinitas. Esses desenhos, embora sejam abstrações de objetos reais, trazem consigo a possibilidade da compreensão integrada com outras disciplinas dentro de um único *software*. Com uma planta baixa de uma casa no CAD, é possível, dentro desse mesmo *software*, trabalhar a parte hidráulica e elétrica, desse modo, unindo em um único lugar o desenvolvimento do conhecimento.

A aprendizagem e a tecnologia chamam atenção para o papel do aluno, o papel do professor e o uso da mesma. O conceito de aprender está ligado a um sujeito (aprendiz), que pela soma de suas ações, consigo e com os demais, busca e adquire informações, dá significado a esse conhecimento, produz reflexões, pesquisa, dialoga, debate, desenvolve competências e pensamento crítico. O aprendiz cresce e se desenvolve. Mas para tanto, o aprendiz, como citado acima, precisará de meios para esse desenvolvimento (MASETTO; GAETA, 2015).

Embora diversas áreas do ensino terem passado a utilizar TICs, tentando acompanhar a mudança existente fora da sala de aula, na tentativa de manter seus cursos atuais, o processo de ensino-aprendizagem não consegue acompanhar essa transição. A velocidade com que novas tecnologias encontram lugar no meio social e cultural não é a mesma das acadêmicas, que precisam, entre diversos fatores, da capacitação do professor – formação continuada – até a modificação curricular e integração das novas tecnologias às disciplinas. Além disso os “novos” alunos possuem uma maior habilidade com às tecnologias atuais, enquanto parte dos docentes diante desse fato ainda são reticentes ao uso das TICs (COSTA, 2005).

Segundo Caixeta (2013) na arquitetura, depois do movimento da industrialização pré-moldada, a inserção de ferramentas computacionais no processo de desenvolvimento de projeto foi o evento recente mais importante da história, mudando para “sempre” o modo de ver e pensar a arquitetura e o processo de construção. A transição para o uso das ferramentas digitais foi extremamente delicada, com muitos avanços e recuos. Esses desafios são compreensíveis para um novo instrumento, que além de novo estava num processo ainda experimental, cuja efetividade se mostrava duvidosa.

Se comparado com o início, as utilizações atuais dessas TICs na arquitetura estão muito mais evoluídas com benefícios facilmente notáveis (CAIXETA, 2013). Por um tempo, foi-se questionado que a “qualidade” do que era produzido, mediado pelos computadores, era duvidosa, uma vez que a ideia era de que o usuário era guiado pelo computador, e não o contrário.

Para Caixeta (2013, p. 53) houve uma evolução visível nas TICs utilizadas no ensino de arquitetura.

Os *softwares* de hoje são, substancialmente, bastante diferentes das suas primeiras versões precursoras, pois atendem a praticamente todas as etapas do projeto e da obra. Entretanto, no início dessa transição, quando os computadores estavam sendo adotados pelos escritórios e ateliês das faculdades de arquitetura, os *softwares* também eram rudimentares e atendiam, basicamente, às necessidades mais primárias, ou seja, apenas reproduziam digitalmente as tarefas dos desenhos bidimensionais que antes deles eram confeccionados na prancheta, lapiseiras, esquadros e compassos. Essa situação trouxe muito descontentamento no início, pois o que se imaginava era o computador resolvendo praticamente todos os problemas para o arquiteto, causando, dessa forma, uma falsa expectativa até nos arquitetos mais otimistas.

Caixeta (2013, p. 54) afirma que a utilização dos computadores no ofício de arquitetura e construção se tornou parte integrante da efetivação moderna da disciplina.

O computador facilita, de fato, o dia a dia dos arquitetos e estudantes. Até mesmo os escritórios dos profissionais mais tradicionais, incluindo aqueles arquitetos que não usam o computador como ferramenta operacional, têm uma retaguarda pronta de auxiliares para desenvolver as suas ideias e apresentá-las de forma digital. Se por um lado o computador facilitou a apresentação, por outro, as tarefas dos escritórios ainda estão muito centradas no ofício, ou seja, preocupadas, basicamente, com a confecção dos desenhos para o registro, da mesma forma como se produzia, anteriormente, utilizando o processo tradicional, sem o uso do computador. Por certo, mudaram-se as ferramentas, mas não apropriadamente os procedimentos, o que leva a imaginar que estão poucos interessados na interação dinâmica da informação dos modelos computacionais tridimensionais, perdendo-se, dessa forma, a oportunidade de uma dinâmica estruturada centrada no processo inteiramente digital.

Os procedimentos de projeto para os estudantes são similares aos ocorridos num escritório. As tarefas, de modo geral, acontecem em torno das ferramentas de desenho e projeção. No geral, os estudantes desenvolvem e apresentam seus trabalhos com a ferramenta CAD. As TICs têm a tendência de modificar, assim como elas fazem com a sociedade, a dinâmica entre sujeito e produto. As TICs agem como facilitador, como agente mediador do processo de desenvolvimento de um produto, seja ele uma aula ou um projeto.

O papel do ensino num ambiente tecnológico é o de – assim como citado com relação as TICs e o sujeito e o produto – de mediar a relação do aprendiz e o conteúdo, integrando-o a realidade que o cerca. No mundo tecnológico, as tecnologias estão constantemente integradas a vida do aluno, e professor. Dar significado ao conhecimento é papel fundamental da instituição de ensino. No contexto tecnológico, se torna, também, papel integral dos ambientes de ensino trazer a realidade de evoluções tecnológicas ao aprendiz, não negligenciando ou sabotando a formação do mesmo (COSTA, 2005).

Sobre as TICs, Demo (2008, p. 1) aponta “toda proposta que investe na introdução das TICs na escola só pode dar certo passando pelas mãos dos professores. O que transforma tecnologia em aprendizagem, não é a máquina, o programa eletrônico, o *software*, mas o professor, em especial em sua condição socrática”.

O papel do professor de especialista, que possui experiência e conhecimento, passa a ser apenas parte de sua responsabilidade. Na maioria das vezes ele vai agir como orientador das atividades do aluno, sendo consultor, facilitador, planejador e dinamizador de situações que alavanquem a aprendizagem. Nesse contexto, o professor trabalha em conjunto com o aluno em busca dos mesmos objetivos. O professor deve desenvolver o papel de mediador pedagógico. Através da mediação pedagógica, o professor fortalecera o aprendiz, permitindo que ele desenvolva suas competências e alcance os objetivos traçados pela disciplina (MASETTO; GAETA, 2015).

É importante ressaltar que todo esse contexto tecnológico deu origem a Cibercultura, sendo ela a cultura que surgiu, surge, ou está surgindo, a partir do uso da internet e de outras ferramentas tecnológicas (como, por exemplo, o *smartphone* e computadores pessoais). A cultura contemporânea é marcada pelas tecnologias digitais, e é resultado da evolução da cultura moderna. As redes sociais, as interações constantes

entre os indivíduos e os aparatos tecnológicos, gerou uma cultura onde a necessidade das tecnologias modificou as relações entre as pessoas – e entre pessoas e objetos - com isso, os ambientes sociais se tornaram ambientes onde as tecnologias fazem parte integral. A sociedade contemporânea, marcada pela Cibercultura, é a sociedade na qual a tecnologia age como centro das relações do indivíduo e o mundo (LÉVY, 1993).

2. NOVAS TECNOLOGIAS

O conceito de novas tecnologias e inovação – que é a inserção de novidades em ambiente produtivo – costumam ser confundidos. Com a explosão tecnológica que marca as produções contemporâneas, caracterizadas pela intensa velocidade de produção e renovação, se tornou cada vez mais complicado estabelecer um limite temporal para definir o que pode ser considerado como “novo”, com relação aos conhecimentos, procedimentos e instrumentos que vão surgindo. Enquanto a algumas décadas, era possível identificar com facilidade o surgimento de algo novo, que permanecia como novidade por um prolongado período de tempo. Na atualidade, é quase impossível criar essa definição. Por exemplo, o BIM, objeto dessa pesquisa, embora seja novo com relação às implantações em sala de aula no Brasil, a plataforma existe a mais de quatro décadas.

Kenski (2015) explana que um critério possível para a identificação de novas tecnologias pode ser observado por sua natureza técnica e pelas estratégias de apropriação e uso

Ao se falar em [...] tecnologias, na atualidade, estamos nos referindo, principalmente, aos processos e produtos relacionados com os conhecimentos provenientes da eletrônica, da microeletrônica e das telecomunicações. (KENSKI, 2015, p. 25).

Para Ferreira e Aguiar (2001, p 10):

Entende-se por novas tecnologias o processo de automação de base microeletrônica introduzida na indústria e nos serviços, as inovações do trabalho apoiadas na integração de tarefas e dos trabalhos de planejamento e execução e os novos padrões de gestão da mão-de-obra: em outras palavras, conjunto de transformações e ajustes que ocorrem nos campos cultural e educacional, decorrentes da utilização da microeletrônica nos mais diversos campos das atividades humanas.

Nesse sentido, o BIM pode ser configurado como uma nova tecnologia para a sala de aula, uma vez que, embora não necessariamente uma tecnologia recente, configura-se como uma novidade, ainda em estágio de implantação, nas instituições de ensino brasileiras.

Bock, Furtado e Teixeira (2001) afirmam que a sociedade contemporânea vive a era da Quarta Revolução Industrial acarretada por fortes avanços tecnológicos. O acontecimento mais importante para a produção acelerada desses avanços se deu pela criação do circuito integrado (CHIP), que tornou possível a diminuição no tamanho de equipamentos eletrônicos. Essa evolução tecnológica ocorreu nas áreas de telecomunicação, cibernética, aeroespacial e microeletrônica. Esse período é marcado pela verdadeira revolução tecnológica focada na tecnologia da informação e comunicação

O mundo atual é informatizado, globalizado e marcado por tecnologias cada vez mais inovadoras e avançadas. A vida social como um todo foi impactada por essas tecnologias, assim como grande parte das atividades humanas. No entanto, nem a sociedade e nem as tecnologias atuais determinam o curso de mudanças tecnológicas futuras, e suas possíveis aplicações, uma vez que diversos outros fatores interferem no processo de descoberta científica, como a inovação tecnológica e sua aplicação social. Desse modo, o produto tecnológico final depende de um padrão interativo complexo. (CASTELLS, 2002).

Mesmo contando com diversos fatores para o surgimento de novas tecnologias, o que é possível de se padronizar é o modo pela qual o espírito do mundo tecnológico deve estar para se reorganizar para essas inovações. O futuro tecnológico é incerto, e para tanto é preciso que os sujeitos sociais e profissionais estejam em formação constante.

A mudança no ensino-aprendizagem, advindas da inserção de novas tecnologias no processo educacional, se caracteriza pelo aumento da participação dos alunos nas atividades (JOHNSON, 2001). Dentro dessas tecnologias estão os computadores e os *smartphones*, como os dispositivos mais comuns nas salas de aulas, que ajudam a mediar a aprendizagem dos alunos. Houveram diversas modificações nas dinâmicas dos ambientes escolares com o advento desses dois dispositivos, que por sua vez, podem ser conectados à rede de mundial de computadores e, constantemente, são bombardeados por inúmeros *softwares* e aplicativos que são atualizados, em grande parte dos casos, anualmente.

Sobre as mudanças ocorridas no ensino, advindas das novas tecnologias, Macedo e Foltran (2008) afirmam:

As mudanças provocadas pela incorporação das novas tecnologias ao processo ensino-aprendizagem já fazem parte da maioria dos discursos didáticos, o uso das novas tecnologias não é apenas mais um meio de apoio didático ao professor, mas sim uma nova prática pedagógica, onde o professor assume uma postura além de transmissor do saber instituído. Não se trata apenas de adotar um novo método ou uma nova técnica de ensino, mas adotar novas estratégias e metodologias de investigação, de ação e de formação, que levam os educadores – investigadores da própria ação – a questionar a si mesmos, a sua prática e a sua escola, o sistema educacional e a sociedade (MACEDO; FOLTRAN, 2008, p. 3).

Outro ponto importante a destacar é que, cada vez mais presentes na educação, as tecnologias desempenham várias atividades que os professores costumavam desenvolver, o que reforça a afirmação de Masetto e Gaeta (2015) de que o professor deve desenvolver o papel de mediador pedagógico, fortalecendo o aprendiz em seus objetivos acadêmicos. Essas novas tecnologias ampliam as possibilidades da aprendizagem de forma colaborativa. Um exemplo se dá pela utilização da Educação a Distância (EaD), onde cursos são ministrados de forma ampla para alunos do mundo inteiro (MORAN et al, 2015). Outro exemplo importantíssimo está na utilização de plataformas de streaming como o *youtube*, que possuem, entre uma grande variedade de vídeos, vídeos voltados para a aprendizagem acadêmica, nesse sentido, alunos que possuam acesso a esses dispositivos tecnológicos, a partir da mediação de um professor, podem se capacitar de diversas formas e momentos distintos.

Essa mudança da dinâmica da sala de aula não significa, em meio às novas tecnologias, o abandono de uma escola física, com horários específicos, mas para uma possível adaptação desse ambiente escolar a uma flexibilidade criada, e já bastante utilizada, a partir da inserção de novas tecnologias no ensino. Dentro dessas inúmeras possibilidades de ensino-aprendizagem, e de dispositivos passíveis de mediação acadêmica, nos referimos as novas tecnologias como: computadores, lousa digital, smartphones, plataformas digitais, jogos eletrônicos, aplicativos, recursos áudio visuais, dentre outros que possam auxiliar na aprendizagem.

A plataforma BIM, como uma plataforma digital, assim como um aplicativo (*software*) computacional, surge como uma nova tecnologia no meio de ensino arquitetônico, trazendo consigo diversas possibilidades de integração entre disciplinas, a união entre processos de experimentação formal e documentação, a partir de uma rede

de dados compartilhados ao longo de toda a vida útil do projeto. Essa plataforma, sua conceituação, propriedades e possibilidade, será tratada no próximo capítulo.

No tópico seguinte, trataremos do contexto histórico das tecnologias utilizadas no ambiente educacional, a partir do estudo das escolas brasileiras, fazendo uma apresentação de como essas tecnologias passaram a fazer parte desse contexto.

2.1 BREVE HISTÓRICO SOBRE A TECNOLOGIA EDUCACIONAL NAS ESCOLAS DO BRASIL

Nos primeiros anos da década de 1980 deu-se início a inserção das tecnologias de informação e comunicação nas escolas brasileiras. No início o uso se limitava apenas a utilização dos computadores pelos professores e alunos com intuito de melhorar o processo de aprendizagem, assim como inseri-los nas dinâmicas emergentes da computação, que começavam a se fazer presentes nos ambientes domésticos. Nesse princípio das TICs no ambiente escolar, a ideia era mostrar aos professores as possibilidades geradas pela junção de tecnologia e ensino tradicional (TERÇARIOL; SIDERICOUDES, 2007).

Borba e Penteado (2007) mostram que em 1981 houve o primeiro Seminário Nacional de Informática Educativa, o que resultou em vários questionamentos sobre a utilização dos computadores no ensino escolar, assim como o seu papel na aprendizagem. Desse seminário foi criado alguns programas como a “Educom” e a “Proninfe” (Programa Nacional de Informática Educativa). No mesmo ano foram dadas diretrizes para a adoção de medidas para a implantação dessas tecnologias no ambiente escolar. A realização de um seminário como esse, demonstra que existia uma preocupação com a relação das tecnologias computacionais e o ensino realizado pela escola.

O Educom – lançado pelo Ministério da Educação e Cultura e pela Secretaria Especial de Informática em 1983 – tinha como objetivo a criação de tentativas pilotos em universidades brasileiras, no intuito de pesquisar sobre as diferentes aplicações do computador na educação. O programa tinha como foco o desenvolvimento de pesquisas multidisciplinares que estudassem a utilização da tecnologia da informática no ensino aprendizagem. Nesse programa foram incluídas as Universidades Federais de Pernambuco (UEPE), Rio de Janeiro (UFRJ), Minas Gerais (UFMG), Rio Grande do Sul (UFRGS) e Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) (MORAES, 1997).

O objetivo central dos programas (Educom e Pronife), era a utilização do computador como um instrumento facilitador da aprendizagem. Nesse contexto, o estudante tornaria construtor do próprio conhecimento. No entanto, essa utilização deveria ocorrer de forma bastante gradual, tanto para o aluno, quanto para o professor, que estava acostumado a conceber o ensino de maneira tradicional – transferindo o conteúdo aos alunos que deveriam reproduzi-lo a partir dos mesmos meios que foram ensinados. O ensino tradicional era marcado pela entrega e repetição do conteúdo, o ensino proposto era marcado pela participação ativa dos alunos, integração de saberes e mediação por parte dos professores. Nesse sentido, todos os indivíduos que compunham o ambiente de ensino precisariam adequar as suas dinâmicas em sala de aula, resultando numa mudança no cenário pedagógico (TERÇARIOL; SIDERICOUDES, 2007).

Como mostrado por Caixeta (2013), de um lado estavam os professores que acreditavam que a tecnologia faria o trabalho pelos alunos, e que a prática tradicional estaria se perdendo, do outro lado, aqueles que acreditavam que a tecnologia atuaria como mediadora no processo de aprendizagem.

Segundo Silva (2017)

Os resultados do programa Educom ocasionaram no projeto “Formar” que era um Programa de Ação Imediata em Informática na Educação de 1º e 2º graus destinados à capacitação de professores e implantação de infraestrutura de suporte para iniciativas em secretarias estaduais de educação (Centros de Informática Aplicada à Educação de 1º e 2º graus – CIED), escolas técnicas federais (Centros de Informática na Educação Tecnológica –CIET) e universidades (Centro de Informática na Educação Superior –CIES). Foram criados dezessete centros de informática educacional em vários estados da Federação onde os grupos interdisciplinares de educadores trabalhavam com programas de aplicação de informática educacional (SILVA, 2017, p. 27).

O Proinfe foi criado por meio da portaria nº 549 de 1989. O programa tinha como objetivo incentivar a capacitação contínua e permanente de professores, técnicos e pesquisadores no domínio da tecnologia de informática educativa. Buscava agir em todos os níveis e modalidades de ensino e tinha o reconhecimento das tecnologias informáticas como instrumento capaz de enriquecer as estratégias pedagógicas e de estimular o surgimento de novas metodologias entre alunos e professores (BRASIL, 1989).

O texto do Programa Nacional de Informática Educativa explica o entendimento nacional naquele período:

A velocidade com que o mundo se transforma, a produção de novos conhecimentos científicos e o desenvolvimento acelerado da informática, impõem novas metodologias de ensino, e exigem que a educação se modernize. O desenvolvimento da ciência, da educação e da tecnologia na sociedade brasileira será a mola propulsora para as mudanças políticas, econômicas e sociais que se afiguram neste fim de século (BRASIL, 1989, p. 9).

O Proinfe foi substituído pelo Programa Nacional de Educação (Proinfo), lançado em 1997. O programa tinha como objetivo capacitar pessoas através da criação de Núcleos de Tecnologia Educativa por todo o Brasil. A finalidade desse programa, através da disseminação do uso pedagógico das tecnologias de informática e telecomunicações nas escolas públicas de ensino fundamental e médio, era a potencialização das TIC's.

Através das proposições do Proinfo fica claro o tipo de sociedade do conhecimento que estava sendo construída:

A exigência de novos padrões de produtividade e competitividade em função dos avanços tecnológicos, o conhecimento como matéria-prima das economias modernas, as tecnologias nas formas organizacionais, nas relações de trabalho e na produção do conhecimento, requerem um novo posicionamento da educação. Ao lado da necessidade de uma sólida formação básica, é preciso também desenvolver novos hábitos intelectuais de simbolização e formulação do conhecimento, de manejo dos signos e representação, além de preparar o indivíduo para uma nova gestão social do conhecimento, apoiada num modelo digital explorado de forma interativa (BRASIL, 1997, p. 2).

Para a criação dessa sociedade que pudesse ser parte produtora e consumidora de equipamentos tecnológicos da área computacional, o Proinfo entendia como principal ponto:

(...) vital que os cidadãos saibam operar com as novas tecnologias da informação e valer-se desta para resolver problemas. Uma boa forma de se conseguir isto é usar o computador como prótese da inteligência e ferramenta de investigação, comunicação, construção, representação, verificação, análise, divulgação e produção do conhecimento. E o locus ideal para deflagrar um processo dessa natureza é o sistema educacional (BRASIL, 1997, p. 2).

Frente a diversas transformações sociais e culturais advindas das inovações tecnológicas, se faz necessário adequação constante dos ambientes de ensino para a inserção de novas tecnologias, especialmente tecnologias que já encontraram o seu lugar no mercado, assim como no meio social. Na chamada “sociedade da informação” ou

“sociedade tecnológica” se faz necessário a constante reavaliação do papel social da escola.

2.2 TECNOLOGIA COMPUTACIONAL NA ARQUITETURA: O ENSINO E PRÁTICA MEDIADOS PELAS TICS

O ensino de Arquitetura e Urbanismo, e grande parte da sua efetivação, está bastante atrelado às TICS, em especial aos computadores pessoais – capazes de simulação bidimensional e tridimensional – que permitem a criação e desenvolvimento de projetos no ambiente digital. É importante destacar que a criação arquitetônica não está intrinsicamente atrelada à utilização de TICS, tendo sido realizada sem o auxílio dos mesmos por centenas de anos. No entanto, com o surgimento dessas tecnologias, um novo fluxo de trabalho pode ser desenvolvido, assim como uma nova dinâmica entre a forma e a arquitetura, o projetista e o projeto, o professor e o aluno.

Como o comportamento das sociedades foi modificada a luz de novos recursos oferecidos pelas TICS o mesmo aconteceu com a profissão e ensino de arquitetura. A dinâmica de produção e ensino foi alterada pela grande influência que as tecnologias passaram a ter sobre os usuários digitais, desse modo, desde o planejamento básico de volumes até a efetivação técnica e documental, o processo de projeto passou a ser completamente integrado dentro de um ciclo digital de produção.

Garcia (2014) compreende a arquitetura como uma somatória das partes que busca responder a diversos problemas e situações:

Arquitetura é entendida, a partir dessa perspectiva, como um artesanato, uma síntese ou uma montagem com o objetivo de atender as condições ambientais, propriedades estruturais, uso humano ou demanda cultural. Vimos também, que a arquitetura é caracterizada pela necessidade de uma organização lógica e coerente entre os diferentes elementos, formando um conjunto completo de elementos exteriores e interiores, os quais são representados através de plantas, fachadas, cortes, detalhes e informações – elementos do projeto arquitetônico (GARCIA, 2014, p. 24).

Stevens (2003, p. 236) cita que “a função central da disciplina da arquitetura é fornecer os instrumentos intelectuais por meio dos quais a ‘arquitetura’ é valorizada. O discurso sobre esses instrumentos constitui o capital simbólico primeiro da disciplina”. Nesse sentido, a partir do entendimento da dualidade encontrada entre disciplina e posição, um dos pontos importantes para a disciplina, e da academia, é dar suporte

técnico para a profissão, valorizando a produção de arquitetura. Um dos pontos mais importantes para a produção do projeto arquitetônico, além do conhecimento necessário, é o meio pela qual o desenho pode se desenvolver, que pode ser a prancheta física ou a digital, isso evidencia a importância que as TICs, implantadas como suporte para as disciplinas de desenho, tem na disciplina de arquitetura.

A utilização das tecnologias computacionais na arquitetura se deu com a popularização dos computadores na década de 20 e 30, onde os computadores começaram a se tornar suficientemente baratos para a sua comercialização, possibilitando aos arquitetos compra-los e utiliza-los. No entanto, os *softwares* utilizados por arquitetos eram emprestados de outras áreas, não existindo um *software* específico para a indústria da construção (figura 1 e 2). A indústria mecânica foi uma das pioneiras no uso da computação gráfica, pois o projeto na área de aeronáutica e automobilística sempre representou um custo elevado em relação ao seu produto final (LAWSON, 2005).



Figura 1: Modelo do boing 747, feito em CAAD (fonte: GARCIA, 2014).



Figura 2: Modelo digital utilizado pela industrial naval, feito em CAAD (fonte: GARCIA, 2014).

Os sistemas CAAD (*Computer-Aided Architectural Design*) surgiram como a tecnologia voltada para a área da construção e arquitetura. Seu intuito era automatizar a tarefa do projetista, gerando soluções e avaliando-as como mediador do processo de projeto. Com o desenvolvimento das pesquisas, a plataforma CAAD não foi feita a partir de uma necessidade explicitamente mercadológica, ela foi desenvolvida para realizar certas funções apenas por que era possível para um computador, diferente do CAD atual (figura 2).

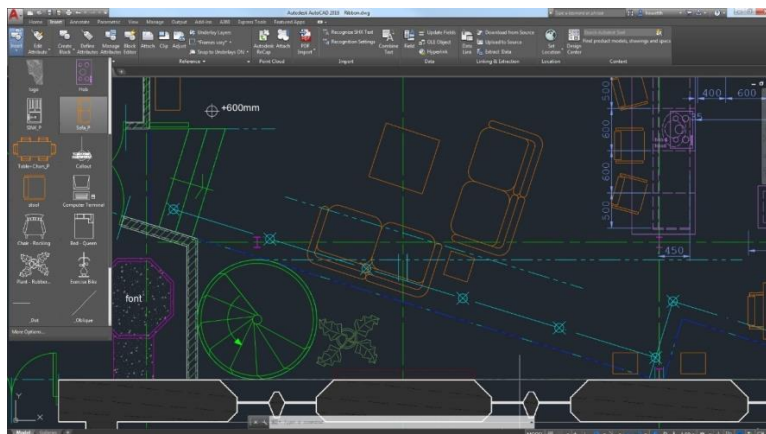


Figura 3: Visual da área de trabalho do CAD, onde as linhas são utilizadas para a criação de desenhos geométricos (fonte: Autor)

Segundo Lawson (2005), uma boa parte dos *softwares* de computadores em arquitetura foi resultado do avanço tecnológico ao invés da necessidade do mercado. Isso significa que os *softwares* eram escritos mais porque podem ser feitos e não porque preenchiam alguma necessidade. Isso tinha um lado positivo. A variedade de comandos e possibilidades dava ao arquiteto uma variedade de modos diferentes para resolver um mesmo problema. Isso não quer dizer que existia uma biblioteca de soluções, mas opções de manipulação formal que davam uma flexibilidade enorme para os profissionais, que antes, utilizavam-se das pranchetas físicas para a realização de testes, o que limitava bastante a quantidade de testes possíveis, dado o tempo gasto para a produção de cada situação.

No entanto, em 1980, os investimentos de pesquisa foram drasticamente reduzidos e o avanço tecnológico dessas TIC's passou a ser feito exclusivamente pelo setor privado, tendo uma ótica mercadológica extremamente forte. Com isso, as empresas desenvolvedoras começaram a buscar compreender situações práticas para o desenvolvimento dos *softwares* e com isso ele se tornou mais assertivo e menos experimental (CARVALHO; PEREIRA, 2012).

Garcia (2014) aponta que, a partir da utilização de um *software* como o CAD, os arquitetos puderam ter uma nova relação com o desenho:

Com o advento da computação e o uso do sistema CAD (Computer Aided Design – Projeto Auxiliado por Computador), estes elementos, representados durante muito tempo por desenhos feitos através de equipamentos e ferramentas manuais, passaram a ser desenvolvidos a partir de um universo digital. Migrando da prancheta para o computador, os arquitetos puderam

experimentalizar uma nova relação com o desenho. Entretanto, até aquele momento, o que os sistemas CAD ofereciam era uma maior rapidez na representação do projeto (GARCIA, 2014, p. 24).

Lawson (2005) afirma que, como professores nas faculdades de arquitetura, é nossa tarefa ensinar aos alunos, os quais não sabem ainda que espécie de arquiteto serão e como seu processo funcionará. Como pesquisadores no CAD, é nossa tarefa proporcionar melhor apoio para todos estes processos de projeto, ricos em diferenças. Existe um longo caminho a trilhar

A Comissão de Especialistas de Ensino de Arquitetura e Urbanismo (CEAU) do MEC delimitou as matérias que integravam o conteúdo mínimo e que faziam necessário a utilização de espaços, equipamentos e professores treinados. As disciplinas delimitadas foram: tecnologia em construção, sistemas estruturais, conforto ambiental, projeto de arquitetura, topografia e informática aplicada a arquitetura e construção. O MEC publicou em 1994 a Portaria nº 1.770 que tornava obrigatório o ensino de informática nos cursos de arquitetura e urbanismo brasileiros. “Além de estabelecer a ‘Informática Aplicada à Arquitetura e Urbanismo’ como matéria profissional, essas diretrizes curriculares determinavam que os cursos deveriam fazer uso do novo instrumental ‘no cotidiano do aprendizado’, abrangendo o “tratamento da informação e a representação do objeto” (NATUMI, 2013, p. 46).

Ulbricht (1999, p. 8) enfatiza “como professores, acima de tudo, deveríamos oferecer oportunidades para que os estudantes se alfabetizassem na linguagem gráfica”. Afirmando que a preocupação da linguagem gráfica no ensino é permitir que o aluno possa transitar entre os espaços bi e tridimensional. Na disciplina de projeto, no entanto, existe uma exigência a mais, uma vez que os alunos devem apresentar o projeto como se esse fosse entregue a um cliente. Na era da informática, os programas tomam conta da aula de desenho, ficando claro que o CAD mudou a forma de desenvolver e apresentar projetos, auxiliando em todas as etapas – desenvolvimento, documentação e apresentação – do projeto.

O ponto defendido pelo autor é de que o CAD, uma vez inserido na disciplina de arquitetura, não foi avaliado criticamente, e que com isso, ele foi inserido nas disciplinas e ensinado como um curso de CAD, não como uma ferramenta arquitetônica. Não existe, de modo geral, na disciplina de CAD, a análise de seu envolvimento, ou muitas vezes até de sua origem. A disciplina responsável por ensinar o CAD, nada mais é do que um curso de CAD, feito para formar “CADistas”. “As

disciplinas gráficas trabalhadas com CAD não mais ensinam desenho, mas apenas treinam o aluno em comandos de CAD” (ULBRICHT, 1999, p.8). O autor finaliza apontando que:

As sociedades expostas à tecnologia computacional necessitam de profissionais que se utilizem das modernas ferramentas para otimizar o trabalho e dar qualidade ao produto. Porém, é imperioso que esses profissionais tenham a capacidade para aprender coisas novas, adquiram a aptidão no uso de linguagens abstratas e simbólicas a fim de codificar e decodificar sinais, signos e símbolos e possuam autonomia e criatividade. No campo da Expressão Gráfica, como em qualquer outro, há que se consolidar as bases, antes de construir conhecimentos mais complexos. É imprescindível que o estudante “transite” nos espaços bi e tridimensional com muita desenvoltura e aí está a tarefa principal do professor de desenho: auxiliar o aluno a compreender estes espaços e trabalhar com desembaraço. Para tanto, urge que coloquemos a ferramenta em seu devido lugar (ULBRICHT, 1999, p.9).

Para Rocha (2000), uma vez atravessado essa problemática, onde o *software* utilizado para a mediação entre projetista e projeto não esteja na disciplina de arquitetura apenas como um curso, mas como parte integrante da formação do aluno e futuro arquiteto, será possível aproveitar, dentro do ensino, o total potencial que um modelo gerado por computador pode oferecer:

O modelo gerado no computador apresenta uma nova relação, diferente do meio analógico ou real. O espaço virtual do computador permite simulações e aproximações ao mundo real que merecem uma reflexão à luz dos diferentes conceitos que os modelos podem assumir dentro da teoria arquitetônica, de modo a refletir como o novo meio se relaciona e como pode ser usado durante o processo de projeto e numa relação ensino-aprendizagem. As modelagens de objetos, por meio de maquetes, sejam em escala ou digitais no ambiente computacional, é certamente uma estratégia criativa e também cognitiva (ROCHA, 2000, p.288).

Vincent (2002), ao falar de sua experiência na docência do curso de arquitetura na Universidade Mackenzie em São Paulo, aponta que, devido ao modo como o CAD é ensinado, existe uma descontinuação entre o ateliê de projeto e o laboratório de computação gráfica. Isso acontece por diversos fatores, um deles, é o de que o CAD, por mais que seja uma ferramenta que auxilia o desenho, e substituiu de modo extremamente competente as pranchetas físicas, não possui em suas propriedades formações de modelo de informação tridimensional que outras ferramentas já possuem, como é o caso da plataforma BIM. Ele cita que o aperfeiçoamento de funções e ‘objetos’, existente em outras ferramentas, refletem de forma mais completa e

manejável os objetos arquitetônicos que representam e, principalmente, suas relações entre si.

3. CULTURA TECNOLÓGICA

O Programa Mais Educação do MEC lançou uma série de cadernos, entre eles o “Cultura Digital” onde são sugeridas políticas públicas de amplitude nacional na área da educação. Essa política tem como intuito buscar a inclusão de TICs na educação, apoiadas na ideia de que vivemos uma cultura tecnológica.

No Brasil, políticas públicas de amplitude nacional na área da educação têm se voltado para o uso do digital (inclusão tecnológica, alfabetização e letramento digital, informática educativa...) a fim de integrar e coordenar serviços de computação, comunicação e informação. Investimentos em pesquisa e desenvolvimento educacional no contexto das redes sociais, da internet, do livro eletrônico, do compartilhamento do conhecimento... são fundamentais para que nos encontremos em condições de compreender o educar em sua plenitude, considerando novos tempos e espaços para a formação integral de cada cidadão. Considerando o desejo de ampliação ao acesso aos meios de conectividade, formação de recursos humanos, incentivo à pesquisa, comércio eletrônico e desenvolvimento de novas aplicações como um conjunto de ações que impulsionam sociedade e cultura, a definição das linhas políticas e ações estratégicas implementadas até o momento, vêm garantindo a inclusão e permanência de nosso país na chamada Sociedade da Informação (BRASIL, s/d p, 08).

Almeida (2014) explica alguns dos impactos das novas tecnologias nas sociedades

O surgimento das novas tecnologias e implicações sociais é, em grande medida, um processo inerente à sociedade contemporânea. Há de se entender que a cada dia vemos surgir, no mercado ou na mídia, inovações tecnológicas que alteram drasticamente a vida e a cultura de uma dada sociedade. Sabemos que, as crianças, os jovens e até mesmo as pessoas idosas estão cada vez mais próximas de mecanismos tecnológicos mais variados (ALMEIDA, 2014, p. 6).

O contexto tecnológico foi capaz de alterar diversos modos de interação entre pessoas, mudar o modo como processamos informação, como o marketing, os esportes, o entretenimento bem como o ensino. As tecnologias digitais ampliaram de maneira considerável a velocidade da capacidade de registrar, estocar e representar a informação escrita, sonora e visual. Na década de 1990, a capacidade de armazenamento externo encontrada nos lares era a do disquete, com capacidade de 1.44MB. Na atualidade

encontramos armazenamento externo de vários tamanhos, não é nada incomum encontrar HD externos com capacidade de 1TB (1000000MB). Uma expressiva expansão num período de tempo curto.

Para Kenski (2015), cada evolução tecnológica se torna combustível para a próxima:

Como matéria prima fundamental das tecnologias é a informação, cada novidade tecnológica pode tornar instantaneamente a matéria-prima para o próximo ciclo do desenvolvimento, contribuindo para o aumento da rapidez do processo de inovação (KENSKI, 2015, p. 35).

Esse exemplo serve para demonstrar que as evoluções tecnológicas estão se tornando cada vez mais rápidas, e com isso, a sociedade se modifica, se adequando a essas mudanças. Com uma capacidade de armazenamento e processamento maior, é possível a criação de *softwares* com maior potência. Essas transformações resultaram no surgimento de diversos formatos de áudio, vídeo e *softwares* com utilidades de simulação e informação que, 20 anos atrás seriam inimagináveis.

Para Kenski (2015), a cultura digital possibilita acesso facilitado a informação a qualquer momento e lugar, o que torna as relações socioculturais e econômicas extremamente facilitadas. Isso se torna um novo paradigma para a sociedade, que de um lado possui modos tradicionais para lidar com suas novas relações intersociais e até econômicas – como, por exemplo, a venda de cd's que foi trocada pelo *download* e *streaming* de música, fazendo com que a indústria musical perdesse um ramo comercial outrora importantíssimo – e que de outro se adequa rapidamente as novas mudanças e dinâmicas, encarando-as não somente como parte de sua rotina.

As relações humanas também foram modificadas pelas inovações tecnológicas. Com o surgimento das redes sociais houve uma enorme revolução no modo como as interações podem acontecer em qualquer lugar do mundo, com pessoas diversas, em questão de segundos. Essas modificações alteram também a relação entre público e artista, uma vez que, dado o surgimento de plataformas de compartilhamento de fotos, textos e informações pessoais, de certo modo, todos os usuários se tornaram possíveis a performar. Sendo assim, as redes sociais criaram uma dinâmica onde qualquer coisa, do dia a dia, pode se tornar entretenimento, uma vez que o sujeito encontre um público que aprecie isso. Dentro dessa dinâmica, a distância entre as relações foi encurtada.

O autor mostra que, o simples fato de usar o *smartphone*, enviar e-mails, fazer compras *online*, assistir à televisão, estudar a distância, compartilhar pensamentos e

fotos nas redes sociais, já representam a realidade de uma nova cultura, uma vez que todas essas atividades compõem o dia a dia atual. A banalização do uso das tecnologias decorrente da cultura digital criou diversas alterações nos meios sociais e institucionais. Essas alterações modificam as formas de pensar e fazer educação. Para Kenski (2015, p. 41), “Abrir-se para novas educações, resultantes de mudanças estruturais nas formas de ensinar e aprender, possibilitadas pela atualidade tecnológica, é o desafio a ser assumido por toda a sociedade”.

Pela permanente mudança e desenvolvimento tecnológicos, o aprendizado precisa acontecer de modo constante, não somente por professores e alunos, mas por todos, essa é a Cultura Digital, dado que no momento social e tecnológico que nos inserimos, constantemente surgem novas tecnologias, cada vez mais atuais e sofisticadas. Para a geração da sociedade tecnológica, o consumo cultural na web não é apenas por diversão, é uma prática definidora de sua personalidade e se mostra presente em seu cotidiano. A relação com as tecnologias se mostra como uma relação de identidade (GIRALDO, 2015).

Levy (1993) considera que as tecnologias intelectuais – modo na qual ele classifica as tecnologias como ferramentas de ensino – como de grande importância na vida das cidades, uma vez que elas além de moldar, também se ajustam as subjetividades dos grupos sociais. Afirma que o agente mais importante de modificação social é a técnica (como tecnologia, em sua forma aplicada), em diferentes formas e ações. Essas modificaram grande parte dos modos na qual as sociedades adquiriam e representavam o conhecimento.

O indivíduo, como ser cultural, tem a habilidade de aprender e agir a partir de suas relações com outros agentes, e ainda mudar o seu comportamento e sua forma de pensar ao passo que a civilização vai mudando. A cultura, como parte integrante das relações humanas, tem um poder de dinamicidade muito grande, uma vez que os homens podem se adaptar às mudanças impostas pela sociedade, e através de suas ações, modifica-la, em um processo por vezes ativo e passivo.

A partir disso, é possível entender o conceito de que a cultura pode ser considerada uma lente, na qual os seres humanos veem o mundo (LAIARA, 2007). Pois mesmo que os seres humanos tenham acesso a grande parte da mesma tecnologia, as interações e modificações ocorreriam a partir de uma lente diferente em cada um, trazendo consigo reverberações, muitas vezes, distintas. Culturas enxergam as coisas de modo diferente uma das outras.

4. ESPAÇOS FORMAIS E NÃO FORMAIS DE ENSINO

Scheffeler (1974) define ensino como uma atividade que procura promover a aprendizagem, sendo praticada através do respeito à integridade intelectual dos aprendizes, a partir de sua capacidade de se entender como um ser capaz de julgar algo de forma livre e independente.

Ensinar é a atividade que tem por finalidade que o outro obtenha o conhecimento. Para que se tenha um ensino de forma que realmente agregue valor é preciso que o professor como sendo um transmissor de conhecimentos se utilize de métodos e técnicas adequadas que tenham base não apenas no contexto geral como o local, assim a necessidade básica do aluno será encarada como uma ponte para o ensino e não como um obstáculo (FREITAS, 2015. p. 2).

Libâneo (1994) categoriza o ato de aprender como o processo de assimilação de conhecimento, independentemente de sua categoria, do mais simples – amarrar um sapato ou escovar os dentes – ao mais complexo – utilizar computadores ou dirigir um automóvel. A aprendizagem acontece constantemente através de experiências internas (cognitivas) e externas (sociais).

O ensino, o ato de ensinar e o processo de aprendizagem acontecem em ambientes de ensino e educação, sendo estes ambientes formais, informais e não formais. De acordo com Cascais e Terán (2011) os termos relacionados aos ambientes de ensino surgiram em 1960 através da necessidade de compreender os mecanismos pela qual o ensino-aprendizagem se efetivava, sendo os ambientes formais, informais e não formais, parte importante para a compreensão desses processos.

Para Gohn (2006), o espaço formal de ensino é categorizado por se tratar daquele que acontece comumente nos sistemas tradicionais de ensino. Nesse caso, a escola, como ambiente formal de ensino, possui organização sistemática, desenvolvendo suas atividades através de uma sequência lógica de empilhamento de conhecimentos partindo de uma base simples até um topo complexo. Esse ambiente é regido por lei, concedendo certificação ao término de suas atividades. O ensino num ambiente formal demanda tempo, local específico, pessoal especializado e se divide em níveis de conhecimento crescente.

Nos ambientes formais de ensino existe o objetivo de adquirir conhecimento para construir aptidões que supram as necessidades da contemporaneidade. Essa modalidade acontece com frequência em ambientes escolares onde o professor é o

sujeito do ensino e o aluno o sujeito da aprendizagem. No entanto, segundo Oliveira (2009) o mundo mudou, e continuará mudando, porém, os ambientes formais de educação, como as escolas tradicionais, parecem distantes ao não acompanhar essas mudanças. Esse distanciamento do que se aprende – assim como o modo na qual se aprende – dentro dos ambientes formais gera uma inquietude em ambos os sujeitos inseridos nas dinâmicas de ensino-aprendizagem.

O espaço não formal de ensino se caracteriza como aquele que permite o compartilhamento de experiências e vivências em situações interativas construídas dentro de um coletivo. Ghon (2006) afirma que o ensino num ambiente não formal independe de níveis de escolaridade, idade ou conteúdos previamente aprendidos. Nesse ambiente, a participação dos indivíduos é optativa. Um exemplo claro de ambiente não formal está nos museus, que independente do conhecimento prévio concentra conhecimento para o coletivo.

Educação não formal constitui a educação fora dos espaços escolares, e tem por finalidade desenvolver o ensino-aprendizagem de forma pouco explorada pela educação formal. Considerada uma modalidade de ensino, se desenvolve nos espaços não convencionais de educação. É considerada por alguns autores como intencional, pois sofre as mesmas influências do mundo contemporâneo que as demais formas de educação, mas pouco assistida pelo ato pedagógico (ALMEIDA, 2014).

As TICs podem estar presentes em ambos os ambientes discutidos até aqui. O processo de ensino-aprendizagem a partir das TICs vai desde o uso de computadores para uma simples pesquisa até a utilização do mesmo para o desenvolvimento de algo pertinente a aula. As TICs, ao permitir a manipulação de diferentes mídias (texto, imagem e som) fizeram com que os ambientes de ensino fossem transformados em ambientes com maior participação ativa e rapidez por parte de ambos os sujeitos.

5. CONSIDERAÇÕES DO NOVO ENTENDIMENTO TECNOLÓGICO NO ENSINO

Após a análise da inserção das tecnologias de informação e comunicação no ensino, visto pela ótica da educação no Brasil, assim como pela ótica da disciplina arquitetura e profissão – dentro da ideia de que as novas tecnologias requerem novos tipos de ensino – foi possível refletir sobre os desafios e benefícios encontrados por implantações ocorridas nas instituições de ensino.

Toda a influência da tecnologia na cultura traz à tona a grande necessidade para os dispositivos tecnológicos, como instrumentos, serem utilizados na educação e pelos professores nas escolas. A reflexão nos mostra que o conhecimento não deve se tornar estático, pelo contrário, deve estar não somente em movimento, mas mudando de curso sempre que a sociedade, cultura e tecnologias assim o fizerem. Para tanto, a escola precisa se ater as transformações sociais, mercadológicas, e se utilizar das novas tecnologias como mediadoras do aprendizado.

A sala de aula deve ser um reflexo do ambiente tecnológico que os alunos estão acostumados a viver, caso contrário, esses aprendizes estarão inseridos num ambiente que não possui respaldo em suas vidas. No dia a dia eles estão em uso constante de computadores, smartphones, tablets, *softwares* avançados e plataformas de telecomunicação, que dão dinamicidade às suas atividades, algo que, se não encontrado na escola, pode dar ao ensino um caráter secundário. As instituições de ensino precisam estar atualizadas e preparadas para o ambiente tecnológico, não sendo apenas um modo de conseguir uma diplomação, mas um ambiente de ensino e reflexão da realidade.

A escola tradicional, alheia as modificações tecnológicas e suas reverberações na sociedade, torna-se, inevitavelmente, desestimulante para os alunos, e até mesmo para os professores. Os alunos que frequentam essas instituições de ensino, de modo geral, o fazem não por vontade própria ou interesse, mas por necessidade. Esses ambientes tem a tendência de sobreviver por se tratarem de espaços de certificação.

Ao professor é necessário a consciência de que a sua ação profissional não será substituída pelas inovações tecnológicas, mas a aprendizagem das mesmas ampliará o seu campo de atuação para além da escola clássica. O desafio do professor, neste contexto, é encontrar formas viáveis para a inserção de tecnologias da comunicação e informação no processo de ensino. Será necessário examinar as melhores maneiras, dado a sua realidade, de abordar os assuntos, aliados a ferramentas e TICS disponíveis como suportes pedagógicos, tendo como objetivo principal a aprendizagem dos alunos.

Para que o professor possa desempenhar esse papel será preciso a capacitação tecnológica, muitas vezes chamada de formação continuada. O professor não deve seguir apenas com os conhecimentos que obteve em sua formação básica, mas permanecer em constante formação, uma vez que a sociedade a sua volta está. A validade do professor, e das instituições de ensino, está na possibilidade de se aprender informações importantes para a vida, sendo essa aprendizagem um rebatimento direto

da sociedade, cultura, história e mercado profissional. O professor tem o importante papel de formar cidadãos preparados para a vida.

O processo de formação do indivíduo, e de como ele compreende a realidade a sua volta, é influenciado pelo modo com que ele aprende e tem sua formação. Dado que grande parte da nossa formação enquanto indivíduos na sociedade acontece nas escolas, essa será influenciada pelo modo como essa instituição funciona. Muitas ainda permanecem estáticas, se utilizando de métodos tidos como “tradicionais” de ensino, onde o aluno recebe a informação e tem como obrigação reproduzi-la, não tem uma preocupação voltada para a reflexão, fazendo com o que o aluno muitas vezes não compreenda a importância do que estuda. Em contraponto, a escola preocupada com a formação da competência intelectual, pode fazer conexão com a vida escolar do aluno e o seu contexto social – que na atualidade é o contexto tecnológico. Essa escola tem como força motora a formação de seres humanos independentes, reflexivos, críticos e responsáveis socialmente.

Dado as políticas de incentivo ao uso das TICS no ensino, a formação do professor, tendo as TICS como foco, poderia gerar transformações na escola tradicional. As tecnologias de informação e comunicação utilizadas na arquitetura se mostram como ferramentas capazes de mediar o projetista em seu desenvolvimento de projeto. Essas tecnologias passaram, e passam, por diversas dificuldades de implantação. No entanto, como foi possível constatar, uma vez implantadas, e muitas vezes sendo tratadas apenas como um curso de informática sem real integração, essas tecnologias embora estáticas nas instituições de ensino continuam a evoluir e devem ser substituídas ou complementadas sempre que novas plataformas mais abrangentes surjam.

A implantação de tecnologias como o CAD nos cursos de arquitetura e construção se deu como um grande avanço, tanto no quesito tecnológico, quanto na reformulação do modo como essas tecnologias eram tratadas por professores – que longe da prática da profissão, assumiam que essas inovações se configuravam numa diminuição do potencial criativo de seus alunos, e em consequência da profissão – mas que foram provados errados pela força do mercado e pelos resultados obtidos no ensino. É papel do professor, e das instituições de ensino, estarem atentos para as mudanças tecnológicas e mercadológicas – verificando sempre a aplicabilidade dessas mudanças – afim de garantir a legitimidade de sua formação e de seus alunos.

REFERÊNCIAS

ALARCÃO, Isabel (org.). **Escola reflexiva e nova racionalidade**. Porto Alegre: Artmed, 2001.

ALMEIDA, A. L. **A importância do uso dos jogos digitais no programa mais educação**. UEPB. Campina Grande – PB. 2014. P. 6.

BOCK, A. M. B; FURTADO, O; TEIXEIRA, M. L. **Psicologias: uma introdução ao estudo de psicologia**. 13.ed. São Paulo: Saraiva, 2001.

BORBA, M. C.; PENTEADO, M. G. **Informática e Educação Matemática**. Belo Horizonte, MG: Autêntica, 2007.

BRASIL. Ministério da educação e cultura. Anexo 1, Portaria nº 1770/MEC. 1994. Disponível em: <http://www.fau.usp.br/fau/administracao/acad/servgrad/faupoli/anexo_1.pdf> Acesso em 20 agosto. 2015.

BRASIL. Programa Nacional de Informática Educativa (PronInfe). Brasília, Documento. 1989, Disponível: <<http://www.dominipublico.gov.br/download/texto/me002415.pdf>> acesso 13 julho de 2018.

CAIXETA, L. M. **Estudo crítico sobre o uso de ferramentas de modelagens tridimensionais de informações digitais BIM no ensino contemporâneo da arquitetura**. 2013. 175 f., il. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo). Universidade de Brasília, Brasília, 2013.

CARDOSO, T. F. L. **Sociedade e desenvolvimento tecnológico: uma abordagem histórica**. IN: GRINSPUN, M. P. S. Z. (Org.). Educação Tecnológica – Desafios e Perspectivas. São Paulo: Cortez, 1999. P. 218.

CARVALHO, R. S; PEREIRA, A. P. S. **O professor de projeto de arquitetura a era digital: desafios e perspectivas**. *Revista Gestão e Tecnologia de Projetos*, v. 6, 2012. Disponível em: <<http://www.revistas.usp.br/gestaodeprojetos/article/view/51007/55074>>. Acesso em: 20 agosto. 2015.

CASCAIS, M. G. A.; TERAN, A. F. **Educação formal, informal e não formal em ciências: contribuições dos diversos espaços educativos** In: XX ENCONTRO DE PESQUISA EDUCACIONAL NORTE – NORDESTE, 2011, Manaus. Anais do XX EPENN. Manaus: EDUA - UFAM, 2011.

CASTELLS, M. **A sociedade em Rede – A era da informação: economia sociedade e cultura**. V.2. 3 ed. São Paulo: Paz e Terra, 2002.

COSTA, M. C. **Sociologia: introdução à ciência da sociedade**. São Paulo: Moderna, 2005.

- DEMO, P. **Qualidade e educação**. Campinas: Papyrus. 2008. p. 1.
- FERREIRA, N, S, C; AGUIAR, M, Â, S. **Gestão da Educação: impasses, perspectivas e compromissos**. 2ª edição. São Paulo: Cortez, 2001. p. 10.
- FREITAS, L.C. **Os reformadores empresariais da educação e a disputa pelo controle do processo pedagógico na escola**. Educação & Sociedade, Campinas, v. 35, n. 129, p. 1085-1114, out./dez. 2015. p. 2.
- GARCIA, D, S. **Arquitetura performativa: a utilização do Dprofiler para elaboração da forma arquitetônica**. UnB. Brasília. 2014. p. 24.
- GOHN, M. G. **Educação não-formal, participação da sociedade civil e estruturas colegiadas nas escolas**. Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação, 2006, vol. 4, n. 50.
- JOHNSON, S. **Cultura da Interface: Como o computador transforma nossa maneira de criar e comunicar**. Rio de Janeiro, Jorge Zahar, 2001.
- KENSKY, V. M. **Educação e tecnologias: o novo ritmo da informação**. Campinas, SP: Papyrus, 2015. p. 25. 35. 45.
- LARAIA, R. B. **Cultura: um conceito antropológico**, 21º edição. Zahar: Rio de Janeiro, 2007.
- LAWSON, B. **How designers think: the design process demystified**. 4 ed. Oxford: Elsevier/Architectural, 2005.
- LÉVY, P. **A inteligência coletiva: por uma antropologia do ciberespaço**. 2. ed. Tradução de Luiz Paulo Rouanet. São Paulo: Loyola, 1999.
- LÉVY, P. **As tecnologias da inteligência: o futuro do pensamento na era da informática**. Rio de Janeiro: Editora 34, 1993.
- LIBÂNEO, J. C. **Didática**. 13 Ed. São Paulo: Cortez, 1994.
- MACEDO, T. E; FOLTRAN, E. P. **As tecnologias da informação e comunicação como ferramenta de enriquecimento para a educação**. EFDeportes.com, Revista Digital. Buenos Aires, Año 18, Nº 179, Abril de 2013.
- MASETTO, M, T; GAETA, C. **Os desafios para a formação de professores**. 2015. do ensino superior. Disponível em: <http://seer.uftm.edu.br/revistaeletronica/index.php/revistatriangulo/article/view/1550>. Acesso em 11 julho 2018.
- MORAES, M. C. **Subsídios para Fundamentação do Programa Nacional de Informática na Educação**. Secretaria de Educação à Distância, Ministério de Educação e Cultura, Jan/1997.

MORAN, J. M.; MASETTO, M. T.; BEHRENS, M. A. **Novas tecnologias e mediação pedagógica**. Campinas: Papirus, 2000.

MORAN, J. M. **Mudando a educação com metodologias ativas**. In: SOUZA, C.A.; MORALES, O. E. T. (orgs). *Convergências midiáticas, Educação e Cidadania: aproximações jovens*. Ponta Grossa: UEPG/PROEX, 2015. Disponível em: <<http://www.youblisher.com/p/1121724-Colecao-Midias-Contemporaneas-Convergencias-Midiaticas-Educacao-e-Cidadania-aproximacoes-jovensVolume-II/>> acesso em 20 abril. 2017.

NATUMI, Y. **O ensino de informática aplicada nos cursos de graduação em arquitetura e urbanismo no Brasil**. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013. P. 46.

OLIVEIRA, M. K. **Vygotsky: aprendizado e desenvolvimento um processo sócio histórico**. 3. ed. São Paulo: Scipione, 1995.

ROCHA, I. A. M. **O processo de projeto de arquitetura em ambiente computacional. Uma experiência de ensino-aprendizagem no curso de Arquitetura e Urbanismo** – Universidade do Vale do Rio dos Sinos – UNISINOS, São Leopoldo, NUTAU 2000.

SAGAN, C. **Mundo assombrado por demônios**. 1995. São Paulo: Companhia das Letras, 2006.

SCHEFFLER, I. **A linguagem da Educação**. São Paulo: Saraiva; São Paulo: EDUSP, 1974.

SILVA, C, C, R. **A tecnologia como estratégia etnomatemática: um estudo de caso sobre o uso das tecnologias no ensino da matemática no sexto ano do ensino fundamental** – Anápolis, 2017.

STEVENS, Garry. **O Círculo privilegiado, fundamentos sociais da distinção arquitetônica**. Brasília: Editora da Universidade de Brasília, 2003.

TERÇARIOL, A. A. de L.; SIDERICOUDES, O. **Potencializando o uso de tecnologias na escola: o papel do gestor**. In: ALMEIDA, M. E. B.; ALONSO, M. (Orgs.). *Tecnologias na formação e na gestão escolar*. São Paulo: Avercamp, 2007.

ULBRICHT, Vania Ribas. **Ensinar desenho ou treinar estudantes em comandos de CAD?** Editorial GRAF & TEC nº 5, 1º sem., 1999. p. 8. 9.

VALENTE, J. A. **O computador na sociedade do conhecimento**. Campinas: Unicamp, 1999.

VINCENT, C. C. **Processos de projeto de computação gráfica: uma abordagem didática**. 2002. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

PLATAFORMA BIM E A APLICABILIDADE NO ENSINO DE ARQUITETURA: A TEORIA VYGOTSKYANA NO AMBIENTE TECNOLÓGICO E O PROFESSOR REFLEXIVO

RESUMO:

O presente artigo tem como objetivo fazer uma leitura sobre a aprendizagem arquitetônica, através da plataforma BIM, com um olhar a partir da teoria Vygotskyana e sua relação com o ensino no ambiente tecnológico, criando a possibilidade de compreensão das ferramentas tecnológicas de simulação tridimensional como mediadoras do processo de aprendizagem e integração de saberes. Ao analisar a relevância da utilização dessas tecnologias de informação, com foco em modelos de informação digital – ou apenas modelos digitais – e de sua aplicação em sala de aula observada a teoria de Vygotsky, será possível compreender as aplicabilidades desses recursos tecnológicos no ensino de arquitetura e construção. Além disso, será possível analisar e compreender a relação entre o professor reflexivo e seu efeito na implantação da plataforma BIM, assim como a relação dessa plataforma com a plataforma CAD e o paradigma vigente.

Palavras-chave: Vygotsky, CAD, plataforma BIM, simulação, Professor reflexivo.

ABSTRACT:

The aim of this article is to make a reading about architectural learning through the BIM platform, with a view from Vygotsky theory and its relationship with teaching in the technological environment, creating the possibility of understanding the technological tools of three-dimensional simulation as mediators of the process of learning and integration of knowledge. When analyzing the relevance of the use of these information technologies, focusing on digital information models - or only digital models - and their application in the classroom observed the theory of Vygotsky, it will be possible to understand the applicability of these technological resources in the teaching of architecture and construction. In addition, it will be possible to analyze and understand the relationship between the reflexive teacher and its effect on the implementation of the BIM platform, as well as the relationship of this platform with the CAD platform and the current paradigm.

Keywords: Vygotsky, CAD, BIM platform, simulation, reflective teacher.

1. INTRODUÇÃO

A importância de novas tecnologias no contexto escolar e o desenvolvimento do sujeito em ambientes de interação tecnológica é um tema bastante discutido pelos pesquisadores na área de ensino (ALMEIDA, 2000). Grande parte desse interesse advém da inegável realidade de que as novas tecnologias da informação como consequência direta da evolução tecnológica, cada vez mais acelerada, precisam ter seu respaldo no ensino, uma vez que fazem parte das relações existentes na sociedade

contemporânea. O estudo das ferramentas digitais, como mediadoras do ensino aprendizagem e a relação dos professores, como facilitadores nesse processo, é o foco dessas pesquisas. Seguindo essa relação de modelos digitais como mediadores, Vygotsky nos possibilitou considerações bastante importantes, a partir da sua teoria, de uma possível correlação entre o ensino contemporâneo de arquitetura e a implantação de ferramentas geradas a partir de modelos de informação digital.

As tecnologias de informação estão em constante evolução e cada vez mais presentes no cotidiano das pessoas. Computadores pessoais, por exemplo, deram flexibilidade, de modo que, qualquer interação virtual pode acontecer quase que instantaneamente, desde uma simples busca por informações ou até mesmo a interação entre pessoas. Devido a essas adições tecnológicas há de fato uma mudança comportamental bastante visível em praticamente todas as áreas do conhecimento. As tecnologias da informática modificaram o modo de interação entre as pessoas. Costa (2005) enfatiza que “até mesmo o desenvolvimento tecnológico, que se torna cada vez mais acelerado, revoluciona a maneira de olhar o mundo provocando mudanças nas relações humanas e na produção material da vida”.

Segundo a teoria de Vygotsky, o contexto interfere diretamente no desenvolvimento do sujeito. Num contexto onde a tecnologia avança e evolui constantemente, temos um sujeito que está em constante adaptação e evolução, sendo ele agente passivo e ativo nesse processo. Desse modo, é preciso refletir sobre o papel do professor como mediador no processo de aprendizagem, na qual as tecnologias ultrapassam os métodos tradicionais de ensino e impulsionam o desenvolvimento do aluno no lado acadêmico e profissional.

Kozulin (1996, p. 111), sobre Vygotsky e sua teoria, mostra que

Nos primeiros escritos de Lev Semenovitch Vygotsky, pode-se encontrar a origem do conceito. Ele sugere que a atividade socialmente significativa pode servir como um princípio explanatório em relação à consciência humana e ser considerada como um gerador de consciência humana.

As tecnologias de informação são utilizadas de diversas maneiras em variados ramos. Oliveira et al. (2015) mostram que as TICs estão em diversos campos “podendo se destacar nas indústrias no processo de automação, no comércio em gerenciamentos e publicidades, no setor de investimentos com informações simultâneas e comunicação

imediate, e na educação no processo de ensino aprendizagem e Educação a Distância”. Isso não quer dizer que as TICs são apenas os meios pelas quais *softwares* se comunicam, ou seja, aparelhos, mas como uma forma de transmissão de informações.

Ainda segundo Oliveira et al. (2015)

As Tecnologias da Informação e Comunicação referidas como TIC são consideradas como sinônimo das tecnologias da informação (TI). Contudo, é um termo geral que frisa o papel da comunicação na moderna tecnologia da informação. Entende-se que TIC consistem de todos os meios técnicos usados para tratar a informação e auxiliar na comunicação. Em outras palavras, TIC consistem em TI bem como quaisquer formas de transmissão de informações e correspondem a todas as tecnologias que interferem e mediam os processos informacionais e comunicativos dos seres. Ainda, podem ser entendidas como um conjunto de recursos tecnológicos integrados entre si, que proporcionam por meio das funções de *software* e telecomunicações, a automação e comunicação dos processos de negócios, da pesquisa científica e de ensino e aprendizagem.

A modelagem digital 3D é a construção de um desenho ou modelo de três dimensões através de um *software* 3D, que utiliza modelos matemáticos de representação. O resultado desta construção é o que chamamos de malha tridimensional. Garcia (2014) mostra que o modelo digital é o resultado da modelagem digital 3D, já o modelo de informação digital, como é o caso de modelos produzidos por *softwares* de compartilhamento de dados, como os *softwares* da plataforma BIM, são definidos por proporcionar processos colaborativos entre equipes de projeto, como arquitetura e engenharia estrutural. Neste tipo de modelo a geração, representação e avaliação ocorrem simultaneamente. Caso haja alguma alteração no modelo digital 3D, não será necessária outra avaliação.

A formação dos professores é um dos pontos mais importantes para a realidade da constante evolução tecnológica em sala de aula. Caso o professor não esteja a par das novas tecnologias, provavelmente será tido como irrelevante por alunos que estejam em dia com as inovações tecnológicas de seu ramo. Segundo Oliveira et al. (2015), o perfil do profissional de ensino é orientado para uma determinada “especialização. Desse modo, o professor que não renova seus conhecimentos, e não permaneça constantemente se atualizando, poderá se tornar o mediador de um ensino deficitário, em vista das novas tecnologias de informação.

É necessário, portanto, que o professor permaneça em constante estado de reflexão com relação aos seus conhecimentos e práticas docentes. O professor reflexivo é, portanto, aquele que é o produtor de seu próprio desenvolvimento e que diariamente

busca aprimorar suas capacidades, não apenas pela necessidade, mas através de suas reflexões acerca de sua prática docente e impacto no meio em que se insere. O professor reflexivo compreende a relação entre a sua formação continuada e o exercício de sua profissão, assim como o impacto dessa formação e o ensino que se propõem a participar, e acima de tudo, fomentar (FAVERO, 2013).

Os paradigmas, que agem como modelos que possuem grande eficácia dentro de um determinado tempo e sociedade, são moldados a partir de repetidas confirmações. O paradigma é a estabilidade, o convencional, o pensamento linear, é aquilo em que já se está acostumado. Nossas organizações e instituições precisam de estabilidade para a sua efetivação, as quebras de paradigmas são, em sua maioria, turbulentas, uma vez que é necessário não somente a prova de que o “novo” é eficiente, mas a sua implantação efetiva, que muitas vezes necessita de renovação de conhecimentos prévios. Quando nos referimos a paradigmas baseados nas tecnologias de informação, isso se torna mais complexo, uma vez que as tecnologias estão em constante evolução. O paradigma vigente se torna, de certo modo, a atualização dessas tecnologias. No entanto, quando uma tecnologia de informação nova se mostra mais eficaz que a comumente utilizada, o processo de quebra de paradigma, que em certos casos demandam um conjunto novo de vocabulário tecnológico, pode acontecer de modo lento e muitas vezes não-natural.

Outro ponto bastante relevante das tecnologias de informação, e inerente ao digital, é a capacidade de simulação. Lévi (1993) mostra que um modelo digital não é como um texto clássico, lido ou interpretado, ele é geralmente explorado de modo interativo. Essa propriedade dos modelos digitais de agregar informações diversas e integrativas, como uma conversão de saberes, se coloca como um desafio para a aprendizagem positivista, compartimentada e não sistêmica, criando a possibilidade de convergir disciplinas num modelo simulado, como é o caso da Plataforma BIM na arquitetura e engenharia.

1.1 BIM – MODELO DE INFORMAÇÃO DA CONSTRUÇÃO

As tecnologias de informação estão em constante estágio de aperfeiçoamento e evolução. Algumas tecnologias são implantadas e utilizadas por algum tempo e depois substituídas por outras que, não são uma negação, mas um próximo passo. Foi o caso dos celulares, que partiram de telefones fixos e terminaram por se unir às tecnologias que antes estavam apenas nas mesas dos computadores. Trataremos aqui do BIM, que é

uma evolução do CAD tradicional. O BIM pode ser definido como um processo que envolve a geração e gestão de modelo digital que nos ajuda a projetar, construir e manter o edifício durante todo o seu ciclo de vida (CAIXETA, 2013).

O BIM é tido como um novo paradigma de modelação. Neste caso não se pode falar de modelação somente para arquitetura, porque o conceito envolve pensar na globalidade das especialidades inerentes à área de construção, nesse caso, na elétrica, hidráulica, mecânica e etc. No entanto traremos o nosso foco aqui apenas para a arquitetura e a construção de edifícios.

O *National BIM Standards* define o BIM como “uma representação digital das características físicas e funcionais de uma edificação”. Explica ainda que é um produto, mais precisamente uma representação digital inteligente de dados, a qual abrange diferentes áreas e estabelece processos de trocas de dados. Funciona como uma ferramenta de gestão do fluxo de trabalho e dos procedimentos usados para a criação e desenvolvimento (NBIMS, 2007).

A origem do conceito BIM é atribuída ao professor Charles Eastman em 1975 no Instituto de Tecnologia de Geórgia. Ele teve sua gênese num texto publicado no *American Institute of Architecture* (AIA). Ele utilizou o termo para descrever um conceito colaborativo entre desenvolvedores de projeto trabalhando em conjunto. A Autodesk tem a autoria do termo, que é a desenvolvedora do AutoCAD e Revit. Em 1993 a empresa o utilizou para descrever a tecnologia de modelagem 4D aplicada ao CAD. No entanto, foi o arquiteto Jerry Laiserin quem se utilizou dela num projeto, visando uma padronização do termo para o processo de representação documental e de modelagem digital na construção. Esse conceito fora aplicado no projeto e em sua infraestrutura (EASTMAN et al. 2011).

O modo que mais tende ao sucesso da explicação do conceito BIM se dá pela representação gráfica do conceito BIM (Figura 4), na qual o edifício pode ser caracterizado integralmente pela sua modelagem tridimensional (dados geométricos e não geométricos) num único arquivo. Desse ficheiro é possível extrair toda a informação possível para a compreensão e execução de uma construção.

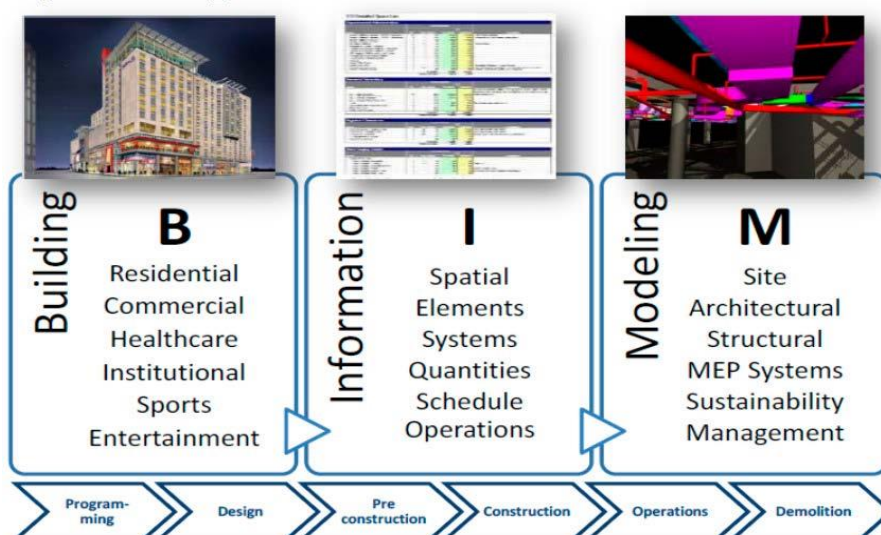


Figura 4: Representação gráfica do conceito BIM (fonte: Azahar et al., 2012)

É possível olhar o BIM como tecnologia aplicada a construção e sua modelagem, e também como procedimento de trabalho. Como tecnologia modelada, o modelo é utilizado como uma central de informações contendo todos os dados do projeto, o que permite a comunicação entre todos os aspectos e instancias das várias fases de uma edificação. No segundo caso, como procedimento de trabalho, o foco se dá na cooperação, que acontece através da comunicação entre profissionais, e a interoperabilidade. No BIM, o processo de projeto é ágil e pode envolver todos os profissionais, desde os primeiros estágios do projeto, até as fases mais complexas de gerenciamento (Figura 5).

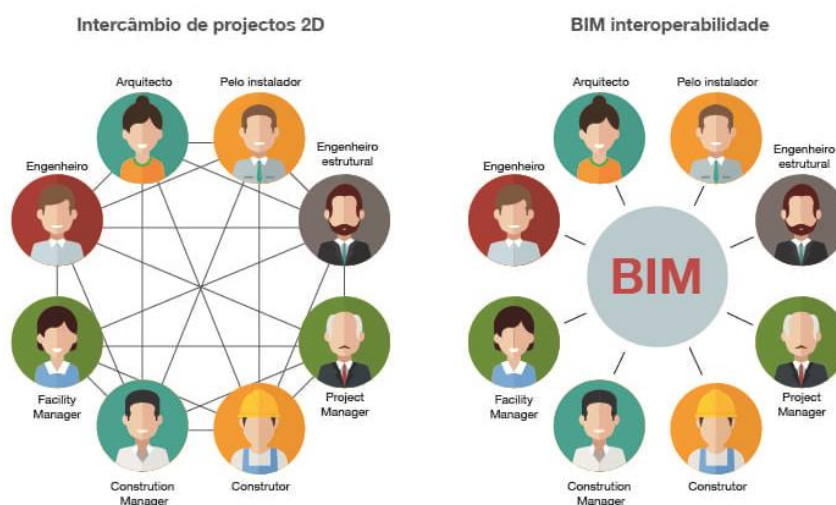


Figura 5: Processo de intercâmbio de informações de projeto num *software* da plataforma BIM

(fonte: Azahar et al., 2012)

Succar (2008) entende o BIM como um conjunto de políticas, processos e tecnologias, de modo integrado, que resultam no manuseio completo de dados em todas as fases do projeto (Figura 3).

O autor mostra que isso ocorre em 3 fases:

- Modelagem: cada área da construção cria um modelo de informação que resulta num modelo completo capaz de compartilhar dados;

- Colaboração: a partir da criação do modelo, se torna possível o compartilhamento e criação de um arquivo 4D (com a análise de tempo) 5D (com o controle de custos); essa união permite uma compatibilização de projetos muito mais aguçada e assertiva;

- Integração: a colaboração, dentro de um projeto, é parte fundamental de seu desenvolvimento. Para o compartilhamento de um projeto é necessário que exista uma integração de todas as fases (concepção, construção e operação). Esse processo de criação e desenvolvimento do projeto é caracterizado pela realização através de diversas equipes de áreas distintas que se unificam dentro de um modelo de dados integrados. A troca de informações no BIM acontece de modo horizontal e não de modo vertical, onde as informações não se sobrepõem, mas se complementam (ANDRADE; RUSCHEL, 2009).

Desse modo, o BIM auxilia a atuação em todas as áreas do planejamento de uma edificação (Figura 6). Diferente de *softwares* CAD tradicionais, o BIM consegue acompanhar a vida útil da edificação ao mesmo tempo que permite reformas e alterações em tempo real a partir da simulação tridimensional na qual está integrado.

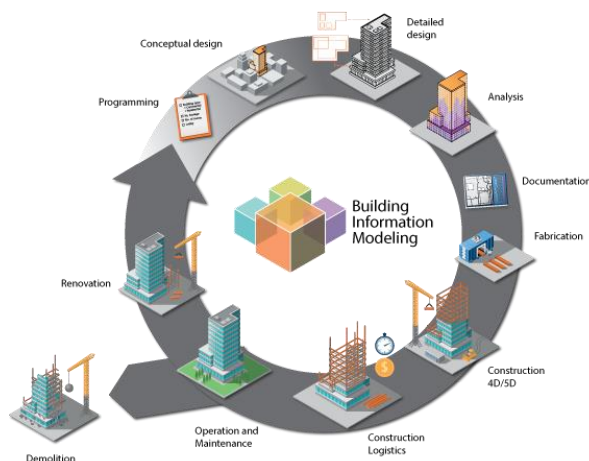


Figura 6: Ciclo de vida no BIM (Fonte: Azahar et al. 2012).

A plataforma BIM também se utiliza de uma abordagem de modelação orientada por objetos. Este método consiste na programação de estruturas de dados, isto é, a definição de entidades, instancias ou objetos, numa organização semelhante à forma como os objetos reais interagem. Uma parede modelada interage com o meio tridimensional digital de um modo semelhante ao de uma parede real. Por outro lado, cada entidade ou objeto corresponde não só ao modo de representação, isto é, às propriedades que definem o objeto, como também a todos os mecanismos que o criam, manipulam, eliminam e atualizam corretamente, possibilitando assim o funcionamento e autonomia de cada objeto em particular.

Em outras palavras, a modelagem é feita através da definição e montagem de objetos "ricos", ou seja, desenha-se uma parede com dadas propriedades e não as linhas que definem a parede e as suas propriedades (Figura 7). Essas propriedades, que são parte integrante do conjunto de informações da entidade utilizada, são compartilhadas por todo o arquivo de projeto, podendo ser visualizado em plantas baixa, cortes, elevações e renders (Figura 8).

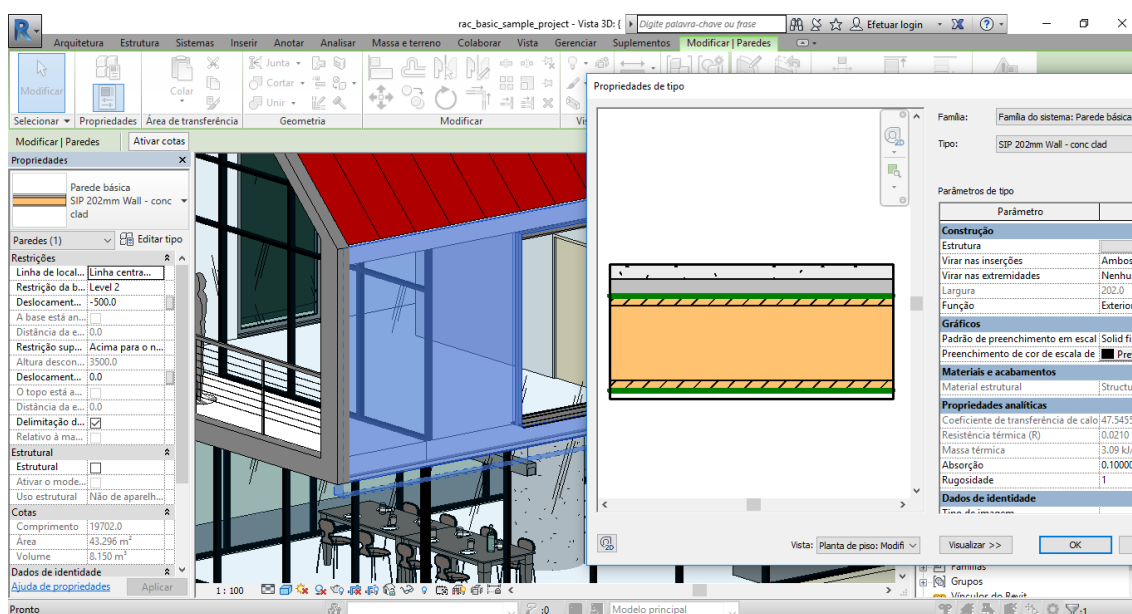


Figura 7: Imagem de uma parede, Autodesk Revit, e suas informações (Fonte: autor).

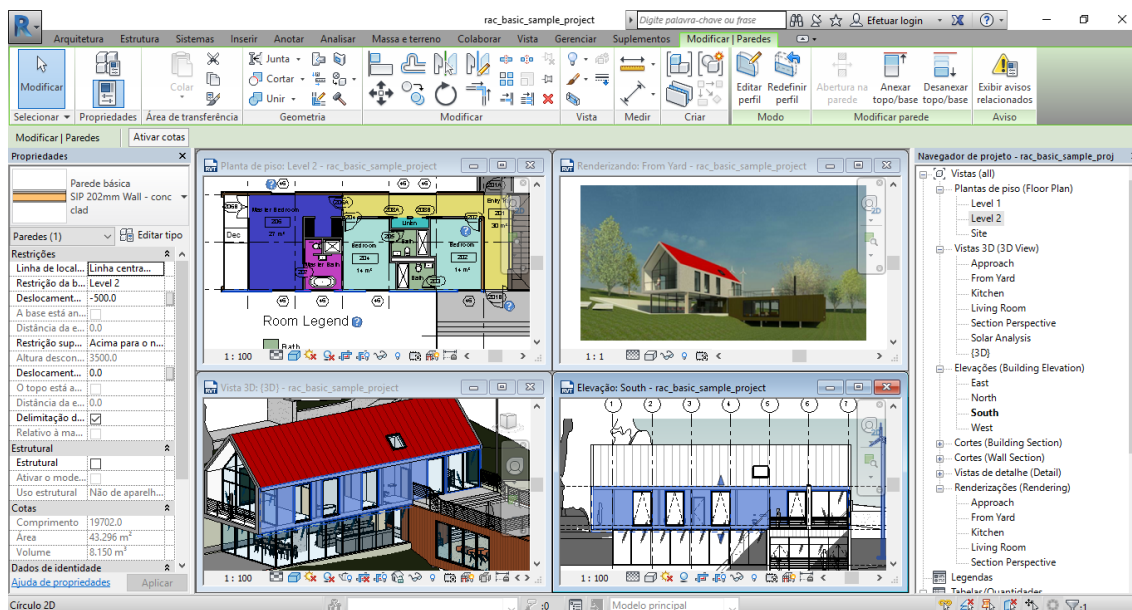


Figura 8: Parede selecionada em várias vistas, Autodesk Revit (Fonte: autor).

A evolução desta forma de modelar fez com que em 2012 no Reino Unido se estabelecesse um prazo de quatro anos para que todos os projetos tivessem obrigatoriamente de ser entregues em BIM. Os outros membros da União Europeia desenvolveram esforços no sentido de seguir o mesmo caminho. No Brasil, o prazo para a adoção de BIM em obras públicas era até 2018. (SANTOS, 2014).

Um dos pontos mais importantes para a inserção de um *software* da plataforma BIM tanto no exercício da profissão arquiteto, quanto no ensino, como uma TIC, é a possibilidade que um *software* de capaz de criar e gerenciar um modelo de informação interativo trás, uma vez que o contato desses profissionais e estudantes passa a ser mais direto com o objeto que se pretende produzir, visto que a simulação permite inúmeros modos de visualizar e trabalhar com o modelo arquitetônico (CAIXETA, 2013).

1.2 TEORIA SÓCIO-HISTÓRICO-CULTURAL DE VYGOTSKI

A teoria sócio-histórico-cultural de Vygotsky traz como ponto principal o entendimento de que o desenvolvimento cognitivo deve estar relacionado ao contexto sociocultural em que ele ocorre. Tem como essência a ideia de que os processos superiores mentais têm sua gênese em processos sociais, que podem ser entendidos através de instrumentos e signos (MOREIRA, 1995).

A concepção de desenvolvimento é gerada por interações sociais, assim como com processos mentais superiores, necessitando, para tanto, de mediação. Os

instrumentos e signos são os elementos utilizados como mediadores e são advindos da cultura local. Para Vygotsky, o desenvolvimento estava completo quando os organismos biológicos e sociais estão interligados a um processo histórico. (ALMEIDA, 2000).

Vygotsky acreditava que a transmissão do conhecimento social, histórico e cultural acontece por meios de processos de mediação. Ele tinha como unidade de análise a interação social dos indivíduos. Um exemplo dessa mediação seria o fato de crianças não crescerem isoladas. Outro ponto importante para essa unidade de análise seria o desenvolvimento cognitivo linguístico, que em tese, só se desenvolve através da interação com outros indivíduos (MOREIRA, 1995).

Ou seja, em sua teoria sócio-histórico-cultural, Vygotsky explicita que a gênese das mudanças que ocorrem nos seres humanos, ao longo de seu desenvolvimento (Figura 9), está diretamente relacionada às interações desses sujeitos e a sociedade que os cerca, seus costumes, cultura e história de vida, assim como das oportunidades de aprendizagem e situações que somadas são responsáveis pela formação da inteligência e processos de assimilação de conhecimento (RICHIT, 2005).

Desenvolvimento Segundo Vygotsky

Só podem ocorrer devido ao contato do indivíduo com o ambiente cultural.



Figura 9: Influências do meio no desenvolvimento do sujeito segundo Vygotsky (METODISTA, 2016)

Almeida (2000) abordando a questão da relação entre o Homem e o mundo a sua volta afirma que:

A teoria de Vygotsky tem como perspectiva o homem como um sujeito total enquanto mente e corpo, organismo biológico e social, integrado em um processo histórico. A partir de pressupostos da epistemologia genética, sua concepção de desenvolvimento é concebida em função das interações sociais

e respectivas relações com processos mentais superiores, que envolvem mecanismo de mediação. As relações homem-mundo não ocorrem diretamente, são mediados por instrumentos ou signos fornecidos pela cultura.

Richit (2005) enfatiza que Vygotsky defende a ideia de que os processos superiores mentais têm surgimento em processos de interações sociais, e que esses processos são entendidos através de instrumentos e signos que fazem a mediação desse conhecimento. O instrumento é o elemento de mediação que age entre o sujeito e o objeto de trabalho. O signo também é um elemento de mediação, porém sua função se realiza no campo psicológico.

Através dos seus estudos, Vygotsky mostra que a aprendizagem do sujeito despertará quando houver uma mudança de ambiente. Oliveira (1995, p. 57) explica:

É um processo pelo qual o indivíduo adquire informações, habilidades, atitudes, valores etc. a partir do seu contato com a realidade, o meio ambiente, as outras pessoas. É um processo que se diferencia dos fatores inatos (a capacidade de digestão, por exemplo, que já nasce com o indivíduo) e dos processos de maturação do organismo, independentes da informação do ambiente. Em Vygotsky, justamente por sua ênfase nos processos sócio históricos, a ideia de aprendizado inclui a interdependência dos indivíduos envolvidos no processo. O termo que ele utiliza em russo (*obuchenie*) significa algo como “processo de ensino aprendizagem” incluindo sempre aquele que aprende, aquele que ensina e a relação entre essas pessoas.

Moreira (1995) aponta que ao compreender que os elementos mediadores são divididos em dois tipos, os instrumentos e os signos, Vygotsky afirma que essa mediação acontece pela internalização de atividades e comportamentos, sócio, históricos e culturais. O teórico dividiu os signos em três categorias: simbólicos (aqueles relacionados ao significado), icônicos (significados visuais como e imagens e desenhos) e indicadores (indicam um fato). Toda interação social é dotada de significados, no entanto, é notável que esses significados variam em diferentes culturas, como é o caso do idioma. Os signos são orientados conforme existe interação.

Pino (2000) aclara que o poder de significar é o poder de criar as coisas. Ele afirma que a coisa criada só tem existência para o homem quando este a nomeia e lhe atribui uma significação. Ele aponta que essa talvez seja a real função das funções superiores: significar. O homem é um ser semiótico, não só porque ele pode dar significação às coisas, mas também por que ele é o que ele significa para os outros, numa condição, como Hegel já havia dito, de consciência de si.

Oliveira (1995) reiterando, mostra ainda que, ao formular a sua teoria, Vygotsky abordou conceitos que buscavam compreender o processo de desenvolvimento dos seres humanos. Se o aprendizado do sujeito depende do meio externo, a partir de interações com outros seres e situações, esse aprendizado ocorre através da mediação entre o sujeito e o meio, e com isso acontece o processo de desenvolvimento. Os conceitos abordados por ele são: *mediação simbólica*, *signos*, *sistemas de símbolos*, *zona de desenvolvimento proximal*, *desenvolvimento e aprendizado*.

A *mediação simbólica*, de acordo com Vygotsky (RICHIT, 2005), é o processo na qual o sujeito age sobre um objeto, e essa ação é mediada por um elemento. Por exemplo, o pintor age sobre a obra através do pincel, ou seja, ele é o instrumento mediador. Nesse exemplo é possível compreender que o elemento mediador (pincel) permite a transformação do objeto (quadro). A etapa intermediária “pincel > quadro” é chamada de mediação. Mediação pode ser definido como o processo de intervenção de um elemento intermediário numa relação. Ou seja, as relações mediadas por um instrumento mediador são ditas como indiretas, uma vez que são mediadas por esse elemento (RICHIT, 2005).

Como dito anteriormente, o *instrumento*, que além da sua função carrega em si a forma de uso que foi se configurando no decorrer da história do grupo que o utilizava, media a relação sujeito e objeto, ampliando as possibilidades de transformação da natureza. O instrumento, portanto, é um objeto social e mediador da relação existente entre o indivíduo e o mundo a sua volta.

Vygotsky denomina os *signos* como instrumentos psicológicos. O signo tem uma relação intrínseca ao indivíduo e tem como função primordial regular as ações psicológicas do sujeito. Um exemplo seria a memória, que é ativada por um signo e traz consigo a representação de objetos e fatos.

A internalização de signos que controlam as atividades psicológicas cria o símbolo e os *sistemas simbólicos*. O símbolo é um recurso utilizado pelo sujeito para controlar ou orientar a sua conduta, interagindo com o mundo a partir desse sistema simbólico. A linguagem é um desses sistemas, e a sua utilização ajudou o desenvolvimento social, cultural e intelectual ao longo da história. Ou seja, a partir de um agrupamento de instrumentos psicológicos, signos, foi possível a criação de sistemas capazes de organizar todas as sociedades e culturas que já existiram e existirão (SILVA; PORTO; MEDEIROS, 2017).

Para Vygotsky a linguagem é, em seu sentido amplo, um dos instrumentos mais importantes, através dela é possível coordenar ações psicológicas como chamar uma memória, organizar pensamentos, organizar conceitos, assim como a possibilidade de expressão social, sendo um instrumento essencial no processo de desenvolvimento.

A *zona de desenvolvimento proximal* (ZDP) se refere a distância entre aquilo que o aluno já sabe, aquilo que foi assimilado, a bagagem teórico-prática que o ajuda a fazer certas atividades relacionadas ao assunto sozinho, daquilo que o sujeito pode vir a aprender com a ajuda de pessoas, um professor por exemplo, denominado como desenvolvimento potencial. Ou seja, é a distância entre o desenvolvimento real, aquilo que o sujeito é capaz de fazer independentemente, e o seu desenvolvimento potencial, que surge através da solução de problemas com o auxílio de outro sujeito ou em colaboração entre os pares (VYGOTSKY, 1998).

A partir de uma avaliação consciente da ZDP é possível compreender a situação do sujeito (aluno) e o que pode ser necessário para continuar o seu desenvolvimento em determinado assunto. Vygotsky (1989) explana que “o que a criança é capaz de fazer hoje em cooperação, será capaz de fazer sozinha amanhã. Portanto, o único tipo positivo de aprendizado é aquele que caminha à frente do desenvolvimento, servindo-lhe de guia. (...) O aprendizado deve ser orientado para o futuro, e não para o passado”

Almeida (2000) ressalta que:

A teoria de Vygotsky enfatiza que a aprendizagem se encontra envolvida no desenvolvimento histórico-social do sujeito, e que esse não ocorre sem a presença da aprendizagem, e essa constitui-se na fonte do desenvolvimento. Assim, os processos de desenvolvimento e de aprendizagem não são coincidentes; o desenvolvimento segue a aprendizagem e esta origina o surgimento da ZDP. A aprendizagem origina-se na ação do aluno sobre os conteúdos específicos e sobre as estruturas previamente construídas que caracterizam seu nível real de desenvolvimento no momento da ação. A intervenção é realizada no sentido de orientar o desenvolvimento do aluno para que ele possa apropriar-se dos instrumentos de mediação cultural.

Sendo assim, a aprendizagem é o processo pela qual um sujeito se apropria de informações e conhecimentos apresentados através de sua interação com o meio social. Já o desenvolvimento é a evolução das funções mentais superiores. O aprendizado, quando adequado, feito de forma organizada, resulta num desenvolvimento mental eficaz (SILVA; PORTO, MEDEIROS, 2017).

A partir da teoria sócio-histórico-cultural de Vygotsky fica claro que, uma vez que o ambiente e os agentes proximais influenciam na aprendizagem, as novas

tecnologias, como instrumentos que circundam a grande maioria das relações humanas, tem o poder de impulsionar a aprendizagem e o desenvolvimento do sujeito, e com isso precisam ser estudadas e compreendidas no processo de ensino-aprendizagem. Os professores não podem apenas ser transmissores genéricos de conhecimento, mas devem se utilizar de métodos, a partir de uma avaliação do meio, para impulsionar a aprendizagem e o desenvolvimento dos alunos.

1.3 TECNOLOGIAS EM SALA DE AULA E O MODELO DE INFORMAÇÃO SIMULADO

De fato, houve uma mudança paradigmática com relação ao uso de tecnologias pessoais no cotidiano. Em centros urbanos é quase impossível encontrar um número significativo de pessoas que não estejam portando dispositivos móveis, desse modo, o nosso dia a dia é constantemente modificado a partir dessas tecnologias, que por sua vez, passaram a ser modificadas pelo nosso cotidiano, num mutualismo constante.

Uma vez que essas tecnologias cercam o nosso cotidiano, elas também cercam e modificam o nosso modo de aprendizagem. Como Vygotsky mostrou as mudanças e processos de aprendizagem estão diretamente relacionadas com interações entre sujeito e sociedade. Ou seja, sujeito e o meio que o cerca. Vivendo num ambiente tecnológico o sujeito terá modificações diferentes de alguém num ambiente desprovido de tecnologia.

Sabendo que as tecnologias informáticas já fazem parte do contexto do aluno, mesmo antes de ingressar num ambiente estritamente escolar, é fácil perceber que a dinamicidade proveniente dessas tecnologias de informação pode transformar ambientes tradicionais, de saberes fragmentados por disciplinas e desprovido da aplicação de modos atualizados de ensino, em ambientes, até um certo ponto, separados da realidade. O aluno precisa encontrar significado naquilo que estuda, precisa ser preparado para a vida. Saber a importância do que está estudando e sua aplicação, assim como as tecnologias envolvidas nos processos, fará com que o aluno se sinta motivado e, desse modo, mais envolto no que está sendo exposto (SILVA; PORTO, MEDEIROS, 2017).

É evidente que a escolha por aderir e inserir novas tecnologias dentro do contexto escolar pode se tornar uma tarefa difícil para os professores, especialmente pelo fato de que o professor, de modo geral, tem o receio de perder o controle da sala de aula, uma vez que seus alunos podem se dispersar ou ter, de certo modo, mais vivência tecnológica, e com isso, mais aptidão para manusear certas tecnologias do que o próprio

docente. Esse problema é evidenciado por Borba e Penteadó (2003), “alguns professores procuram caminhar numa zona de conforto onde quase tudo é conhecido, previsível e controlável”, e inteiram, “mesmo insatisfeitos, e em geral os professores se sentem assim, eles não se movimentam em direção a um território desconhecido. Muitos reconhecem que a forma como estão atuando não favorece a aprendizagem dos alunos e possuem discurso que indica que gostariam que fosse diferente”.

Richit (2005, p. 12), fazendo uma ligação com a teoria de Vygotsky, explica a função do professor nesse ambiente tecnológico:

A função do professor na teoria Vygotskyana aplicada em ambientes informatizados de aprendizagem é de vital importância. É ele quem vai fornecer ao aluno os novos signos e sistemas de símbolos que estas ferramentas apresentam, cabendo-lhe todas as responsabilidades que esta tarefa pressupõe. Também compete a ele a tarefa de organizar esse ambiente propiciando condições para que o grupo seja instigado a investigar, refletir e debater sobre determinados conceitos e a formular novas conjecturas sobre estes.

Novas linguagens, recursos e metodologias devem ser incorporados de modo permanente ao ambiente de ensino escolar. Sejam computadores tradicionais, computadores de bolso ou até mesmo computadores de pulso, como por exemplo um relógio (KENSKY, 2015). Os seres humanos pensam com palavras, conceitos, imagens, sons e associações. Para que o ensino e aprendizagem num ambiente tecnológico ocorra de modo satisfatório, é preciso que o computador transfira sua informação de um modo que seja acessível à linguagem de quem o manuseia. Sendo assim, o computador e seu conteúdo precisam ser ajustados ao estágio cognitivo de cada indivíduo, tanto para àquele que ensina, quanto para àquele que aprende (JOHNSON, 2001).

Um dos grandes adventos das tecnologias da informação é a simulação de modelos digitais possíveis na plataforma BIM. Diferente da teoria, propriamente dita, que tem como objetivo explicar ou esclarecer fenômenos, a simulação de modelos digitais tem como função primordial ser operacional e provisional. Para a simulação digital fica a proposta de responder, de modo geral, à pergunta “como?” mais do que à pergunta “por quê?”. A partir de um modelo simulado é possível fazer previsões de um todo, que pode, por exemplo, ser a somatória de conhecimentos e saberes, como é o caso de um modelo digital integrado de uma residência, nela temos a junção de diversos saberes; desenho arquitetônico, hidráulica, elétrica e estrutura, simulados para que se obtenha o resultado final.

No que se refere ao modelo digital Lévy (1993, p. 34), deixa claro que:

Um modelo digital não é lido ou interpretado como um texto clássico, ele geralmente é explorado de forma interativa. Contrariamente à maioria das descrições funcionais sobre papel ou aos modelos reduzidos analógicos o modelo informático é essencialmente plástico, dinâmico, dotado de uma certa autonomia de ação e reação. Como Jean-Louis Weissberg observou tão bem, o termo simulação conota hoje esta dimensão interativa, tanto quanto a imitação ou a farsa. O conhecimento por simulação é sem dúvida um dos novos gêneros de saber que a ecologia cognitiva informatizada transporta.

A simulação digital passa a ter uma grande importância dentro do ambiente escolar, uma vez que podem ser utilizadas para estudar fenômenos inacessíveis à experiência por um determinado período de tempo até que sejam agregados conhecimentos multidisciplinares suficientes para a realização de uma tarefa no mundo real (simulações de voo e modelos de informações de arquitetura). Lévy (1993) exemplifica “Programas de projeto auxiliados por computador (CAD) permitem testar a resistência de uma peça mecânica aos choques ou então o efeito na paisagem de um prédio que ainda não foi construído”.

A manipulação de parâmetros e informações de todas as circunstâncias possíveis, dentro de um modelo simulado, dão ao usuário intuição sobre a causa e efeito presentes no modelo gerado. O usuário não adquire, necessariamente, um conhecimento teórico, prático ou o acúmulo de uma tradição oral, mas sim um conhecimento por simulação do sistema modelado.

Levy (1993, p. 35), destaca:

Parece mais plausível que as pessoas construam modelos mentais das situações ou dos objetos sobre os quais estão raciocinando, e depois explorem as diferentes possibilidades dentro destas construções imaginárias: A simulação, que podemos considerar como uma imaginação auxiliada por computador, é, portanto, ao mesmo tempo uma ferramenta de ajuda ao raciocínio muito mais potente que a velha lógica formal que se baseava no alfabeto.

É importante também ressaltar que, dentro desse ambiente tecnológico de ensino e simulação, os professores, como agentes responsáveis por mediar ativamente o conhecimento, necessitam estar devidamente capacitados e atualizados em relação a tecnologia que desejam aplicar. O treinamento ajudaria a impedir o surgimento de preconceitos com relação a ferramentas pela falta de entendimento quanto a aplicação.

Para isso se faz necessário oficinas de capacitação de amparo tecnológico para os professores (SILVA; PORTO, MEDEIROS, 2017).

1.4 TECNOLOGIAS DE SIMULAÇÃO NA ARQUITETURA: PLATAFORMA BIM E A MUDANÇA NO PARADIGMA

A prática do ensino de arquitetura e construção é, de modo geral, bastante moldada pelas tecnologias que são utilizadas para exercer a profissão. Ou seja, existe um respaldo entre o que se aprende dentro da academia e o que se vê no mercado de trabalho. Ainda que exista algum atraso, inovações tecnológicas, geralmente, atingem o ensino. Dentre as ferramentas de simulação mais utilizadas está o *Computer Aided Design* (Desenho Auxiliado Por Computador – CAD). Sendo a mais difundida, o CAD está em todos os espaços de ensino relacionados ao planejamento e manufatura de peças e projetos de construção.

As pranchetas e o papel sempre permitiram que o arquiteto e engenheiro representassem de forma artesanal o edifício a ser construído e suas especificações, foi na metade do século passado que as pranchetas começaram a dividir espaço com computadores e tecnologias de simulação capazes de representar o modelo digital e submetê-lo a testes. Enquanto tecnologia de simulação, o CAD funciona como uma prancheta virtual, onde os desenhos podem ser feitos num espaço infinito e regras podem ser aplicadas – manter uma linha específica com 90°, por exemplo – enquanto os equipamentos de desenho tradicionais – régua T, esquadros, compassos etc, precisavam de um treinamento e exatidão artesanal exaustivos para obter o mesmo resultado.

Como era possível prever, os instrumentos de desenho tradicionais com o advento das tecnologias de simulação, CAD, perderam drasticamente a importância que tinham no passado. Costa (2005), mostra que a informatização acabou gerando modificações radicais nos procedimentos produtivos, refere. A relação do processo produtivo do arquiteto, como era tradicionalmente conhecido, carregava em si séculos de tradição, que deu lugar, em pouco menos de duas décadas, a um modo completamente novo. Kuhn (2000) sugere que “a transição de um paradigma para o outro, do qual pode surgir uma nova tradição de ciência formal, está longe de ser um processo cumulativo obtido através de uma articulação do velho paradigma”. Muitas dos antigos procedimentos de fazer arquitetura desapareceram, outros foram

substituídos por modos mais apropriados, outros por força do uso de novos equipamentos e outros ainda estão em constante mudança e evolução.

Caixeta (2013, p. 18) mostra que partes dessas mudanças ocorreram também no modo como os arquitetos passaram a apreender a apreender:

Com as inovações das tecnologias computacionais seria previsível e perfeitamente normal o usuário ter de passar por um longo período de aceitação, treinamento e tempo para investir na adaptação às novas ferramentas computacionais. Esse foi um período de experimentações, indagações e poucas respostas. Os saudosistas poderiam até alegar que os treinamentos dos desenhos se utilizando instrumentos tradicionais eram mais suaves e sabia-se exatamente aonde chegar. Em outras palavras, aprendia-se apenas uma vez e esse aprendizado valia para toda a vida, sempre a mesma coisa. Se por um lado era “vantajoso” não precisar atualizar-se, constantemente, no uso dos instrumentos de trabalho, por outro, a obrigação da prática na profissão por toda uma vida, sempre da mesma maneira, sem nenhuma mudança significativa, tornava, pelo menos do ponto de vista atual, o trabalho do arquiteto muito cansativo e chato.

Levy (1993) faz uma forte comparação entre a Arquitetura e Urbanismo e as novas tecnologias. Enquanto a arquitetura organiza o espaço físico das relações humanas e da vida cotidiana, as tecnologias de informação organizam o espaço das funções cognitivas, de signos e significados. Aliando as duas, uma simulação computadorizada, como o CAD, faz uma ponte direta entre esses dois conceitos. No entanto, as tecnologias continuam evoluindo, e, embora o CAD tenha sido uma mudança de paradigma, não foi a última.

Todo o conceito e lógica por trás da informação do processo de projeto relacionado ao exercício da profissão de arquiteto e engenheiro pode, de certo modo, ser aplicada ao ensino. A academia, tem como uma de suas funções estar na vanguarda do conhecimento e ser motor de transformações (embora seja possível ver uma mudança de paradigma dentro desse conceito com o advento, cada vez mais rápido, de novas tecnologias). As primeiras ferramentas CAD, basicamente, objetivaram a representação e apresentação de projeto. Foi uma grande mudança e bastante significativa. No entanto, com o advento de ferramentas de modelagem e simulação tridimensional o CAD tradicional, de primeira geração, passou a se tornar menos importante, dentro do contexto tecnológico (KOLAREVIC, 2003). Isso não quer dizer que o CAD se tornou obsoleto, mas que surgiram tecnologias mais avançadas. Além das novas expectativas para o processo de projeto, as ferramentas computacionais de simulação também evoluíram no sentido de se promover uma melhor interação nas relações entre os agentes do ensino-aprendizagem (CAIXETA, 2013).

O CAD, além de possuir a possibilidade de representação bidimensional, se utilizando de linhas e formas geométricas a representação técnica, que se utiliza de uma carga enorme de significação, possui também a possibilidade de geração de modelos tridimensionais. No entanto, esses modelos representam apenas as feições dos objetos modelados, sem nenhuma associação de informações acerca dos componentes. Não existe vínculo entre os atributos gráficos e informacionais. No modelo BIM, é possível a associação dos elementos construtivos, que são vinculados a atributos gráficos, tridimensionais, quantitativos e paramétricos, permitindo a geração de documentos descritivos da obra, como representações bidimensionais (por exemplo, plantas-baixas, cortes, fachadas e detalhes), análises de desempenho dos materiais (por exemplo, acústica e conforto térmico), planilhas de orçamento e cronograma físico-financeiro. Além disso, por meio da plataforma BIM é possível o desenvolvimento de um projeto colaborativo, que permite a intervenção de diversas equipes responsáveis no projeto, considerando as atualizações devidas de forma consistente, não redundante e sincronizada (CARVALHO; PEREIRA, 2012).

Ou seja, o sistema BIM trabalha com o conjunto das informações geradas e mantidas ao longo do ciclo de vida de uma edificação. Ele influencia drasticamente na simulação da construção permitindo que a arquitetura seja integrada à engenharia ou até mesmo permitindo que o arquiteto visualize a estrutura dentro do modelo virtual. Por ser um modelo tridimensional no ambiente digital, isso permite, com inúmeras ferramentas e opções, explorar formas diferenciadas criando respostas para problemas específicos e volumetrias únicas. O ambiente tridimensional da maquete se alia ao ambiente bidimensional das vistas de projeto, em que alterações feitas em qualquer uma das duas, resultam em alterações na outra. Portanto, o BIM, além de ser uma ferramenta de modelagem que integra modelo e representação arquitetônica, é também um conceito de integração de disciplinas e processos (KOLAREVIC, 2003).

Algo que seria possível de ser realizado com a utilização do BIM seria a integração de disciplinas. Em uma disciplina é possível criar o modelo arquitetônico, em outra seria feito a adição do sistema hidráulico, em outra o sistema elétrico, em outra o sistema estrutural e em outra o desenho técnico e orçamento. Desse modo, com apenas um modelo, dentro de um único arquivo, seria possível integrar diversas disciplinas

A mudança paradigmática do BIM cria duas facetas. Numa delas, podemos compreender que a atual prática, apoiada no CAD, está centrada na representação do projeto, historicamente estruturada para que o arquiteto dominasse essa etapa. Dentro

dessa realidade, a relação professor-aluno são alicerçadas em suposições e deduções da produção de desenhos e suas possibilidades. Existe uma multidisciplinaridade, mas ela é inerente ao exercício do projeto, e não a tecnologia de simulação. Na outra, temos a inserção de uma ferramenta (BIM), que se estrutura, sobretudo, nos elementos para a fabricação de um edifício, onde o arquiteto e engenheiro tem o controle de tecnologias e possibilidades que vão além da representação de linhas num papel.

Além disso, a relação professor-aluno passa a ter uma dinâmica voltada para o escopo total do edifício e suas relações com o projeto, sendo assim, é possível obter a simulação em tempo real de mudanças dentro do modelo e seu impacto na edificação. A convergência dos saberes passa a ser um componente importantíssimo, uma vez que a simulação não se limita a linhas, mas a um modelo volumétrico de informação compartilhada do que se pretende construir (CAIXETA, 2013).

2. TEORIA DE VYGOTSKI E O DESENVOLVIMENTO DO INDIVÍDUO NUM AMBIENTE DE INFORMAÇÃO SIMULADO

Através da teoria sócio-histórico-cultural, já explicada neste artigo, Vygotsky demonstra que o indivíduo se desenvolve a partir de suas relações com o meio e com outros indivíduos. Uma vez que o professor age como mediador no processo de aprendizagem, faz-se necessário uma reflexão acerca de práticas pedagógicas que sejam eficazes e que consigam atingir os alunos e, de certo modo, façam parte de seu mundo tecnológico.

A escola age no sentido de oferecer ao aluno oportunidades significativas de construção do conhecimento e valores que sejam importantes para a condição humana e para a realidade social. A utilização de tecnologias informáticas como instrumentos auxiliares a prática pedagógica, tem como intuito responder uma realidade existente no cotidiano dos alunos, onde os indivíduos estão inseridos, cada vez mais, em ambientes tecnológicos de informação digital e compartilhada (LÉVY, 1993).

O indivíduo, ao interagir com uma tecnologia informática internaliza os seus signos e sistemas de símbolos e 'externaliza os mesmos em suas atividades, de modo que o computador age como mediador entre o sujeito (usuário) e o objeto de estudo (uma ideia). Num ambiente simulado, como já mostramos nesse artigo, os conhecimentos desenvolvidos são diferentes dos envoltos pela teoria ou senso comum, tendo relações diretas com a simulação em questão e sua ligação com a tecnologia da

informação utilizada. A simulação tem o poder de permitir experiências antes impossíveis, com relação a utilização de métodos de aprendizagem tradicionais. Se levarmos em conta a simulação tridimensional de um modelo de informação, essas experiências se tornam ainda mais poderosas, uma vez que o indivíduo passa a lidar não somente com um modelo simulado, mas com todas as informações pertinentes a esse modelo e suas ramificações.

Vygotsky rejeita a ideia de uma origem meramente biológica para as emoções humanas, sendo elas, e todos os estados corporais, provenientes de todas as experiências vividas no contexto que elas se expressam. Se mudarmos o meio, surge o interesse por parte do indivíduo e através disso o aprendizado.

Sendo a experiência escolar umas das experiências mais importantes na formação do sujeito, ela se torna singular e extremamente modeladora. A escola age como um importante mediador do conhecimento, a partir de seus professores. Novos métodos utilizados para acelerar a aprendizagem e responder problemas didáticos perceptíveis, influenciam de modo positivo a aprendizagem do aluno (SILVA; PORTO, MEDEIROS, 2017).

Richit (2004) afirma de forma clara que as concepções de aprendizado e desenvolvimento de Vygotsky nos mostram que os processos que levam ao aprendizado e ao desenvolvimento devem ser repensados constantemente, adequando-os as novas condições do contexto social, intelectual e cultural do sujeito. Em um determinado momento, o motor do desenvolvimento social foi a linguagem e a escrita, e com isso a sociedade conseguiu evoluir a ponto de criar tecnologias que poderiam facilitar esse processo. A partir desse determinado ponto foi possível a criação e evolução de tecnologias de informação. Hoje, os sistemas simbólicos digitais trazem um novo marco onde as transformações e processos de transmissão digitais fazem com que a construção do conhecimento seja sistemática e compulsória (LÉVY, 1999).

3. PROFESSOR REFLEXIVO: DOCENTES DE ARQUITETURA E A FORMAÇÃO CONTINUADA

Alarcão (1996, p. 175), mostra que a reflexão é “uma forma especializada de pensar”, implicando uma revisão ativa, voluntária, rigorosa e persistente do que se tem como verdadeiro, dentro do contexto que se encontra. Existe, portanto, uma distinção entre a reflexão e o ato corriqueiro de pensar. Enquanto o pensar corriqueiro é marcado

pela impulsividade e hábito, a reflexão é guiada pela pelo senso de entendimento do por que e para que algo se destina. Segundo Alarcão (1996, p. 175), “a reflexão baseia-se na vontade, no pensamento, na atitude de questionamento e curiosidade, na busca da verdade e da justiça”. Sendo um processo que “combina a racionalidade da lógica investigativa com a irracionalidade inerente à intuição e à paixão do sujeito pensante.”

Para Rodrigues (2016, p. 8)

Muitos professores limitam seu mundo de ação e reflexão a sala de aula. Porém, é necessária uma reavaliação mais profunda do sentido de sua prática docente, esse processo é longo e se estende por toda a vida, pois envolve a maneira de compreender a própria vida profissional em processo. O conhecimento de si mesmo através da reflexão proporciona o desenvolvimento pessoal, no sentido em que o educador questiona suas atitudes, seu saber, sua experiência diante de situações problemas que requerem uma ação inovadora ou impulsionam o educador na busca de novos saberes para lidar com os acontecimentos inusitados que ocorrem na sala de aula.

Para Zeichner (1996), a reflexão não é um conjunto de técnicas que podem ser ensinadas aos professores, nem mesmo segue um conjunto de etapas e passos, ou procedimentos específicos. A reflexão é um conjunto ativo que vem a consistir como um dispositivo capaz de intermediar ação e conflitos que surgem no processo de ensino. O professor de arquitetura reflexivo, nesse cenário de inovações tecnológicas, tem, portanto, a capacidade de entender o meio que se encontra e lidar com as inovações que surgem dele e para ele.

O professor William Kymmell em 2008, ao relatar sua experiência com o ensino de BIM na *California State University*, citou os possíveis desafios e limitações que um curso poderia enfrentar ao introduzir a plataforma BIM no currículo. Alguns dos problemas citados pelo professor tratavam da dificuldade na utilização e aprendizagem das ferramentas BIM, uma vez que elas podem ser complexas, o que poderia acabar segurando o desenvolvimento de disciplinas integradas, a incompreensão dos conceitos BIM e as circunstâncias do meio acadêmico, sendo elas a falta de um lugar possível para a implantação do BIM nos currículos e a escassez de professores especializados, além da falta de recursos, já que essas tecnologias possuem uma rápida evolução (SANTOS; BARISON, 2011).

No Brasil o cenário é o mesmo. Santos e Barison (2011) mostram que a maioria dos professores dos cursos ligados a construção são de uma geração desacostumada com o uso de TIC's e sua rápida evolução. Esse professor tem dificuldade para absorver

novas tecnologias, o que dificulta ainda mais a integração delas ao currículo. Os autores, Santos e Barison, (2011, p. sn) identificam que “os programas dos cursos de arquitetura, engenharia e administração raramente se intersectam, e o relacionamento curricular entre gerenciamento da construção e projeto em geral praticamente não existe”. Essa situação é completamente inadequada para a formação profissional. A evolução das tecnologias continuará ocorrendo, esteja a academia acostuada ou não. O ensino, desatualizado, no entanto, perderá grande parte de sua legitimidade.

Na arquitetura e construção é compreensível que exista um pequeno atraso com relação às TIC's. O CAD tem sido o *software* base para o trabalho e ensino de arquitetura e várias décadas, sem nenhuma grande atualização em suas funcionalidades. Desse modo, é compreensível que os docentes, já acostumados com o CAD, prossigam com a metodologia que tem se mostrado suficiente, na academia e no mercado de trabalho. No entanto, as novas tecnologias, como o BIM, já estão se tornando uma realidade no mercado de trabalho, e novamente, como foi o caso com a mudança de paradigma entre as pranchetas físicas e o CAD, o mercado começa a fazer pressão nas instituições de ensino da construção (SUCCAR, 2009).

Dentro do contexto da globalização das sociedades e da economia, o uso das tecnologias em diversas áreas faz emergir uma cultura de renovação. Essa cultura é caracterizada pela construção coletiva de valores. Aplicada a educação, essa cultura vem com a ideia de modificar o fazer pedagógico. Essa cultura se manifesta de formas distintas, entre estas formas está a de incentivar o papel de protagonistas nos professores e alunos.

Morin (1991) explana que já a algumas décadas a sociedade passa por uma mudança pragmática bastante drástica. Na década de 60 a 70 houve a difusão de um novo paradigma que entrou em contraposição com a formação usual. Até então, a formação ocorria e se tornava estática. Nasce a partir dessa mudança a noção de aprendizagem apenas num local e em tempo definidos. O surgimento da formação permanente (constante), em todos os momentos da vida tem seu nascimento juntamente com a explosão das evoluções tecnológicas e da internet, onde o ambiente tradicional de estudo não consegue mais dar todos os subsídios educacionais necessários para a formação, dado que a evolução tecnológica modifica as dinâmicas sociais e culturais, assim como mercadológicas constantemente.

Nóvoa (2002) aponta que a partir da década de 90, a educação e formação, ao longo de toda a vida, se tornou algo quase que obrigatório, dado as novas direções da

sociedade. Ele afirma que “deve ser concedida prioridade à educação e formação ao longo da vida” e que os cidadãos “devem ser responsáveis por atualizar constantemente seus conhecimentos e melhorar a sua empregabilidade” (NÓVOA, 2002, p.08).

Paulo Freire, em seu livro *Pedagogia da autonomia* (1996) apontou, quando enfatiza a necessidade de uma constante curiosidade para a produção do saber, que a formação não deveria ter um fim, mas ser sempre renovada, contribuindo para a sociedade que por sua vez contribui para aquele que está em constante formação. Como professor, e pela ótica de Vygotsky, mediador e fomentador, é preciso estar ciente de que a curiosidade deve mover o ensino. A construção do conhecimento sempre vai estar atrelada a curiosidade de conhecimento do objeto que se pretende estudar.

Levy (1999) mostra que no contexto social que vivemos, a Cibercultura – que pode ser definido como os modos de vida e de comportamentos assimilados e transmitidos na vivência histórica e cotidiana marcada pelas tecnologias informáticas, mediando a comunicação e a informação via internet – age mediando as comunicações sem uma centralidade (rádio, imprensa, televisão), na Cibercultura, a lógica comunicacional supõe interatividade operacionais. Desse modo, assim como a Cibercultura é, o ensino acaba se tornando, em parte, descentralizado.

A formação de professores para a docência precisa levar em conta a Cibercultura. No entanto, para que a educação para a inclusão do aluno nessas relações integradas aconteça, o professor, como mediador, precisa estar devidamente formado para a situação. Não basta simplesmente abrir um *software*, o Autodesk Revit, por exemplo, em frente a um aluno para que ele possa integrar disciplinas e saberes. O *software* age como, ferramenta mediadora passiva do conhecimento, necessitando o manuseio, no entanto, o professor age como mediador ativo.

A formação continuada do docente arquiteto, e construtor, depende bastante do entendimento de sua formação. Os primeiros documentos que fazem menção a profissão e ensino é o código de Hamurabi (escrito por volta de 1780 a.C) o tratado de *De Architectura* – (escrito por Marcus Vitruvius Pollio, no ano de 40 d.C) e o tratado *De Re Aedificatoria* (escrita por Leon Battista Alberti no período de 1442 a 1452). Destes, a obra de Vitruvius é a primeira a conter direções para o ensino

A ciência do arquiteto é beneficiada com muitas disciplinas e vários conhecimentos; por seu julgamento são provadas todas as obras que são realizadas pelas outras artes. Ela nasce tanto na prática quanto da teoria. A prática é o exercício habitual da experiência contínua que se executa com as mãos em todo o gênero de material que é necessário à representação do

projeto. E a teoria é a que pode descrever e explicar as coisas construídas na medida da habilidade e da arte (VITRUVIUS, 40 d.C. *apud* MARAGNO, 2012).

No Brasil, o ensino de arquitetura se tornou imperativo em 1549, a partir da necessidade de construção da colônia. Esse ensino inicial era extremamente ligado a execução da construção. O arquiteto, e construtor, uma vez capacitado poderia, se dispondo de uma pequena força de mão de obra, realizar a própria construção (ANDRADE, 1997). No entanto, esse ensino não era tido como uma docência superior, exatamente por ser muito ligado aos ofícios. A formação se tratava, muito mais, de um treinamento para a capacitação de construtores do que de uma formação voltada para a arquitetura (MARAGNO, 2012).

Com a industrialização e consolidação dos centros urbanos no Brasil, o ensino de arquitetura se consolidou a partir do método oferecido pela escola de belas artes, entre outras poucas, embasado no ensino na área de artes. Em 1894, com a fundação da escola politécnica de São Paulo, o ensino de arquitetura ganha uma forma paralela a das belas artes, surge então o arquiteto-engenheiro. A arquitetura passa a ser tratada como uma ciência, o que mudou drasticamente a formação do professor de arquitetura. Com o advento das evoluções tecnológicas o ensino de arquitetura passou a ser mais reflexivo, o projeto e a construção, dada gama de situações e possibilidades artísticas e tecnológicas, necessitou a formação de profissionais que pudessem ser teóricos sistemáticos, ao mesmo tempo que técnicos capacitados.

Freire (2002) demonstra ainda que formar um aluno não significa treinar ou “depositar” um conhecimento específico. O docente precisa ter responsabilidade nas suas práticas educativas. O professor, especialmente num cenário em constante evolução tecnológica, tem como parte dessa responsabilidade estar ciente das modificações, ou seja, as tecnologias que fazem parte do aparato instrumental de sua classe.

Para Pimenta (2002) não é somente a formação didática, aprendida na graduação, ou no mestrado e doutorado, que formam um educador do ensino superior. Para o docente, se faz necessário uma eterna aprendizagem de como ensinar, e embora o sistema brasileiro de pós-graduação em sua legislação tenha a prática da pesquisa, não existe, na formação direta da Arquitetura, a formação didática e pedagógica. Uma situação bastante comum, o que evidencia a afirmação do autor, é a realidade onde a maioria dos professores Arquitetos possuem apenas a graduação, que não possui, como

dito acima, a prática pedagógica. Nesse contexto, a cultura da formação continuada para o docente não existe. O atraso para aderir novas TICs nos professores de arquitetura e construção costuma ser o lugar comum.

Para Rodrigues (2016, p. 17)

O processo de formação do professor abrange a relação entre o conhecimento teórico e prático, fazendo-o ampliar habilidades para saber lidar com as diferentes situações que surgem na prática docente. A formação inicial de um professor reflexivo, leva em consideração o aspecto de que o ato de ensinar é uma prática que supõe preparo específico.

Segundo Pimenta (2002), a formação do docente se entrelaça em grande parte com a vida cotidiana e a busca da superação da dicotomia entre teoria e prática. Para a autora, esse é um dos componentes mais importantes para o surgimento de um professor reflexivo. Esse profissional está em constante busca para melhorar a sua metodologia, assim como em todo o escopo que cobre a sua profissão.

Gebhard (1996, p. 14) mostra que existem diversas ferramentas que podem ajudar o professor reflexivo e em constante formação, tais como:

- conversar com outros professores sobre ensino;
- trocar experiências sobre metodologias e práticas;
- frequentar seminários e palestras sobre ensino;
- ler sobre ensino, sobre o significado do ensino, sobre o papel e responsabilidade do professor na sociedade.
- observar aulas de outros professores, conversar sobre problemas e práticas de ensino e levantar novas questões sobre essas práticas.
- avaliar sua própria aula, ou seja, pedir a outros professores para observar suas aulas e em ordem, analisar os pontos negativos e positivos, para que, com o olhar do outro, o professor possa saber a postura que os outros e ele mesmo têm sobre sua aula.

É possível perceber que a formação do arquiteto e urbanista, embora tenha evoluído bastante, não foi especificamente preparada para a formação de docentes. A formação na arquitetura está focada, num primeiro momento, numa realidade voltada para a formação de arquitetos para atividades no mercado da construção, e num segundo momento para a formação de acadêmicos. Desse modo, se torna evidente a necessidade que os professores de arquitetura façam reflexões constantes com relação a sua

formação inicial, e continuada, e o meio em que se inserem. O surgimento de novas TICs no ensino, como a plataforma BIM, evidenciam cada vez mais essa necessidade.

4. IMPLANTAÇÕES DA PLATAFORMA BIM EM INSTITUIÇÕES DE ENSINO

A abstração do desenho do edifício e a compatibilidade manual de projetos, que antes eram baseadas na representação bidimensional, e que faziam parte do processo de trabalho associado ao uso de ferramentas CAD, no contexto BIM são realizadas por modelos de simulação tridimensionais, repletos de detalhes e informações do edifício. É possível perceber que a mudança, de uma representação gráfica, para a representação a partir da simulação de dados, estabelece uma nova dinâmica para o ensino. É possível aproximar o aluno ao processo de projeto, elaboração de obra e manutenção, tudo dentro de um modelo de simulação BIM. Se torna importante, dentro de uma lógica de inserção do BIM, que exista a implantação dessas tecnologias no ensino e com isso a integração das disciplinas, abrindo no abrindo-se novas possibilidades de atuação profissional no mercado da arquitetura, engenharia e construção.

Eastman (2008) afirma que vários proprietários estão exigindo práticas baseadas no BIM para o desenvolvimento dos novos projetos. Essas mudanças de postura, dos clientes e contratantes, exigem um novo tipo de profissional no mercado. As universidades, frente a necessidade crescente, têm um papel fundamental, não apenas na formação desses profissionais, mas, também, contribuindo com a formulação de posturas que valorizem novos processos de projeto e de construção do edifício. Sendo assim, as universidades têm um papel fundamental na adoção de novas tecnologias.

Para a implantação Eastman et al. (2008, p. 145-146) propõem diretrizes para a implementação da Modelagem da Informação da Construção, indicando ser apropriado iniciar a implantação por projetos testes, ou desenvolver "protótipos". Desse modo é possível avaliar que tipo de desempenho está acontecendo. Succar (2009) afirma que a implantação completa do paradigma BIM na indústria de arquitetura, engenharia, construção não ocorre de forma imediata. Há vários estágios de adoção, com a apropriação gradual da tecnologia e transformação dos processos correlacionados, levando até a adoção completa do BIM.

Foram selecionados três exemplos de implantações do BIM no ensino de arquitetura e construção civil internacional. Cada um desses estudos de caso possuem

um tipo de realidade distinta, tanto na forma do ensino de tecnologias computacionais, quanto na metodologia de implantação do BIM, no entanto eles encontram terreno comum quanto aos resultados e recomendações.

Technion-Israel Institute of Technology. Segundo Sacks e Barak (2010), o CAD ainda é tido como conteúdo primário e básico. O BIM, por ser considerado mais sofisticado, é ensinado nas fases mais avançadas do ensino da computação. Para verificar o potencial do sistema no ensino, testes referentes ao conteúdo do curso, dividido em cinco módulos abrangendo grande parte dos conceitos necessários, foram aplicados aos alunos. Os resultados e depoimentos dos alunos mostraram que a plataforma BIM ajudou a criar habilidades de compreensão de elementos tridimensionais e bidimensionais, assim como deu subsídio para uma aprendizagem mais sistemática e integrada, uma vez que a plataforma agrega conteúdos e os põem em prática. No entanto, Sacks e Barak (2010) afirmam que o BIM deveria ser ensinado como conteúdo fundamental e não como uma extensão mais avançada do CAD, uma vez que a pesquisa apontou que os alunos não precisavam do CAD para aprender BIM. Desse modo, foi possível inferir que a necessidade do ensino do CAD, como base, se deu pela necessidade de capacitar os alunos dentro de uma dinâmica computacional básica, antes de imigrar para uma mais avançada.

Auburn University, Alabama, Estados Unidos. Taylor et al (2008) mostra que em 2007 a Universidade começou a oferecer o BIM com cursos, palestras e tutorias, como matérias extracurriculares. O primeiro curso foi chamado de *Construction Information Technology* (CIT1) e o segundo *Digital Construction Graphics* (CIT2). O CIT1 focado em cálculos digitais e tecnologia da informação (TI) e oferecido no primeiro semestre. O CIT2 focado em aplicações para melhorar a comunicação e visualização na construção de modelos, sendo eles 2D, 3D, animações e modelagem básica BIM. A ideia era aperfeiçoar essas habilidades aprendidas pelos alunos ao longo dos semestres sendo utilizados *softwares* baseados em BIM (Revit Arquitetura, Estrutura e MEP Autodesk). Todo o corpo docente aprovou a experiência, entendendo que os alunos adquiriram mais habilidade para lidar com a intrínseca relação entre ramos tecnológicos do projeto e construção. Desse modo, é possível compreender que metodologia utilizada pela universidade, de ensinar o BIM como disciplina externa, dividida em cursos e palestras, ajudou os alunos e professores a absorverem a plataforma.

Polytechnic University (PolyU), de Hong Kong. Wong et al (2011), apresentam que a experiência gradativa de implementação do BIM no currículo da PolyU aconteceu devido a política institucional de desenvolvimento curricular. O BIM foi sendo introduzido gradualmente em várias disciplinas, mas um módulo adicional foi incorporado ao currículo existente. Sendo oferecido no primeiro ano com o foco na modelagem paramétrica, e nos anos subsequentes com o foco em orçamentação, planejamento, estruturas e sistemas mecânicos. O resultado obtido se caracterizou por um aumento notável nas habilidades dos alunos com relação ao conhecimento entre disciplinas e gerenciamento de projeto.

Essas três implantações internacionais mostram que a implantação do BIM pode acontecer por métodos diferentes, no entanto, para a implantação acontecer faz-se necessário a capacitação de pessoal para o ensino. Essas implantações mostram que os alunos, uma vez expostos a cursos e disciplinas que integram o BIM entre si, conseguem adquirir mais habilidade e entendimento relacionado a integração do 2D, 3D, componentes da construção e tecnologias, e com isso a compatibilização e entendimento de toda a cadeia e vida do projeto.

Como Wong et al (2011) mostram, o intuito de fornecer um ensino BIM não é apenas para atender a existente demanda de mercado, mas principalmente capacitar os alunos na compreensão de conceitos integrativos, na qual o BIM navega. Ruschel *et al* (2013), analisaram implantações do BIM ocorridas no Brasil nas seguintes instituições: Universidade Federal de Alagoas (UFAL), Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), Universidade Presbiteriana Mackensie (UPM), Centro Universitário Barão de Mauá (CBM), Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Eles apontam que a maioria das experiências nacionais que abordam o ensino de BIM, o tratam apenas em disciplinas isoladas, e que o maior desafio encontrado por essas instituições, no quesito integração de disciplinas, e até mesmo para a implantação inicial, foi a presença de profissionais capacitados na plataforma BIM.

A Câmara dos Deputados (2018) publicou o decreto nº 9.377, de 17 de maio de 2018, onde o presidente da república decretou a instituição da Estratégia Nacional de Disseminação do *Building Information Modelling* no Brasil - Estratégia BIM BR, com a finalidade de promover um ambiente adequado ao investimento em BIM e sua difusão no País. Com esse decreto, a expectativa é de que com essa ação haja um aumento de 10% na produtividade do setor e uma redução de custo que pode chegar a 20%, de acordo com estudos contratados pela Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial

(ABDI). No cenário atual, segundo os estudos da Agência, somente 5% das empresas usam a plataforma BIM. Se metade da cadeia da construção (em faturamento) adotar a plataforma até 2028, será possível um ganho de 7 pontos percentuais do PIB do setor.

A Câmara dos Deputados (2018), explana:

Para os fins do disposto neste Decreto, entende-se o BIM, ou Modelagem da Informação da Construção, como o conjunto de tecnologias e processos integrados que permite a criação, a utilização e a atualização de modelos digitais de uma construção, de modo colaborativo, de forma a servir a todos os participantes do empreendimento, potencialmente durante todo o ciclo de vida da construção.

Por fim, a Estratégia BIM BR tem os seguintes objetivos específicos:

- I - Difundir o BIM e seus benefícios;
- II - Coordenar a estruturação do setor público para a adoção do BIM;
- III - Criar condições favoráveis para o investimento, público e privado, em BIM;
- IV - estimular a capacitação em BIM;
- V - Propor atos normativos que estabeleçam parâmetros para as compras e as contratações públicas com uso do BIM;
- VI - Desenvolver normas técnicas, guias e protocolos específicos para adoção do BIM;
- VII - Desenvolver a Plataforma e a Biblioteca Nacional BIM;
- VIII - Estimular o desenvolvimento e aplicação de novas tecnologias relacionadas ao BIM; e
- IX - Incentivar a concorrência no mercado por meio de padrões neutros de interoperabilidade BIM.

A partir do ano de 2018, as implantações do BIM, no ensino de arquitetura e construção, se intensificaram ainda mais e estudar os potenciais desafios para as implantações ganha importância ainda maior.

5. CONSIDERAÇÕES SOBRE A TEORIA DE VYGOTSKY E O USO DE TECNOLOGIAS DE MODELAGEM DE INFORMAÇÃO NO ENSINO

Após a análise da teoria Vygotskyana sobre a aprendizagem, da utilização de novas tecnologias no ensino aprendizagem e sobre a simulação computadorizada BIM no ensino de arquitetura – dentro do contexto de formação dos professores – é possível fazer uma reflexão sobre a utilização e benefícios destas tecnologias de simulação num

ambiente escolar, observada dentro da ótica da teoria sócio-histórico-cultural de Vygotsky sobre a mediação e com relação a formação continuada de docentes de arquitetura e o papel do professor reflexivo no processo de ensino.

Foi possível constatar que Vygotsky apontava a influência do meio sobre o desenvolvimento do indivíduo através da mediação de instrumentos e signos que internalizavam as atividades e comportamentos. O desenvolvimento desse indivíduo acontece por meio de interações sociais, deste modo, a partir da mudança de um ambiente para outro o sujeito poderá ganhar interesse e com isso surge o aprendizado. Sendo assim é possível buscar as contribuições e atribuições da escola na tarefa de colaborar para a formação dos indivíduos que atende, preparando-os para agir e interagir em seu meio de forma consciente e planejada em diferentes momentos históricos.

Um breve estudo sobre as novas tecnologias e a sala de aula nos mostra uma disparidade existente entre ambiente de ensino e a realidade. É possível perceber que a escola não tem conseguido acompanhar, de modo satisfatório, o desenvolvimento tecnológico e científico da sociedade, falhando na sua função de preparar o aluno para interagir com o mundo. Temos uma inversão, onde, muitas vezes, os alunos entram em contato com tecnologias mais avançadas do que os professores estão habituados a trabalhar.

Para que as escolas e academias usufruam dessas inovações é preciso que elas se preparem de modo mais adequado para o que virá, algo bem diferente do que tem ocorrido até agora. Por exemplo, desde as primeiras inserções das ferramentas computacionais na prática do ensino do projeto de arquitetura, no início da década de 1990, elas sofreram mudanças significativas, no entanto o ensino continua o mesmo, se utilizando das mesmas tecnologias utilizadas naquela década, mesmo 28 anos depois. Para que a sala de aula acompanhe as evoluções tecnológicas, a escola e a academia não podem se contentar apenas com a implantação de uma nova metodologia, mas seguir com o fluxo de desenvolvimento e com isso buscar constantemente a renovação.

Nos estudos analisados fica explícito que as simulações têm um grande poder, quanto a possibilidades didáticas, no entanto, isso não quer dizer que a tecnologia de simulação utilizada na década de 1990 tem o mesmo poder ou responde as mesmas situações que uma ferramenta de simulação atual. Afinal, as tecnologias melhoraram a velocidade de processamento, a confiabilidade, capacidade de armazenamento e principalmente a potencialidade. Na arquitetura, que foi o exemplo estudado neste

artigo, todas essas transformações melhoraram visivelmente o desempenho da representação e estão envolvidas de diversas maneiras no trabalho do arquiteto. Nas academias a inserção das ferramentas computacionais CAD foi bastante gradativa, e consolidou-se depois de um processo muito intenso de convencimento e de muitas expectativas frustradas. Hoje, algo como o BIM se encontra no mesmo processo lento e frustrado de implantação.

O BIM como tecnologia, por exemplo, é um importante instrumento para a obtenção de conhecimentos a partir da simulação. Com ele é possível simular um modelo digital de uma residência e a partir desse modelo gerar cortes e fachadas que possuem o modelo original como base, diferente do CAD, na qual os desenhos são independentes. Utilizando uma base como o BIM é possível a obtenção de saberes sistematizados, uma vez que a plataforma, e sua utilização em *softwares*, é marcada pelo compartilhamento de informações da vida útil de um projeto. Ou seja, existe uma convergência de disciplinas e saberes. O BIM é marcado pelo agrupamento de saberes necessários para a formação do arquiteto e construtor.

Grande parte da resistência advinda das instituições de ensino com relação a implantação do BIM é advinda da resistência dos professores, que por sua vez não possuem conhecimento suficiente sobre ou na plataforma BIM. No entanto, o mesmo ocorreu com o CAD, o que gera um certo otimismo. Desse modo, essa resistência pode ser solucionada a partir de oficinas e cursos rápidos, voltados para o treinamento técnico o esclarecimento de dúvidas, uma vez que a maioria dos professores não faz uso de tecnologias como essa justamente por não saber utiliza-la.

A teoria de Vygotsky propõe uma adequação aos métodos utilizados pelos professores no processo de ensino-aprendizagem, pois, como o teórico mostra, é preciso nos adequarmos ao novo contexto social em que vivemos. As tecnologias são consideradas os principais meios de propagação e disseminação de conhecimentos e informação. Sejam essas tecnologias de simulação ou não. É preciso estudá-las com cautela para entender a sua relação com o meio de sala de aula, permitindo que o ensino-aprendizagem seja efetivado de forma satisfatória na formação do conhecimento do aluno.

REFERÊNCIAS

AIA. **From CAD to BIM: Exploring the Paradigm Shift in Architectural Engineering Education.** 2008, disponível em: <<http://www.aia.org/aiaucmp/groups/aia/documents/pdf/aiab081602.pdf>> Acesso em 20 de julho de 2017

ALARCÃO, I. Ser professor reflexivo. In: ALARCÃO, I. (Org.). Formação reflexiva de professores: estratégias de supervisão. Porto: Porto Editora, 1996, p. 175.

ALMEIDA, M. E. B. de. **Informática e Formação de professores.** Brasília: Ministério da Educação, 2000.

ANDRADE, M. L. V. X.; RUSCHEL, R. C. **BIM: conceitos, cenário das pesquisas publicadas no Brasil e tendências.** In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE QUALIDADE DO PROJETO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO 2009, São Paulo. Anais... São Carlos, 2009.

ANDRADE, R.M.F. **Artistas coloniais.** Rio de Janeiro. Nova Fronteira, 1997.

AZHAR, S., BEHRINGER, A., SATTINENI, A. and MQSOOD, T. (2012) ‘**BIM for Facilitating Construction Safety Planning and Management at Jobsites**’, accepted for publication in the Proceedings of the CIB-W099 International Conference: Modelling and Building Safety, Singapore, September 10-11, 2012

BORBA, M.C; PENTEADO, M.G. Informática e Educação Matemática. 3. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2003.

CAIXETA, L. M. **Estudo crítico sobre o uso de ferramentas de modelagens tridimensionais de informações digitais BIM no ensino contemporâneo da arquitetura.** 2013. 175 f., il. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo). Universidade de Brasília, Brasília, 2013.

Câmara dos Deputados. **Disseminação do Building Information Modelling no Brasil.** Decreto nº 9.377, de 17 de maio de 2018 disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2018/Decreto/D9377.htm> Acesso em 21 de maio de 2018.

CARVALHO, R. S; PEREIRA, A. P. S. **O professor de projeto de arquitetura a era digital: desafios e perspectivas.** Revista Gestão e Tecnologia de Projetos, v. 6, 2012. Disponível em: <<http://www.revistas.usp.br/gestaodeprojetos/article/view/51007/55074>>. Acesso em: 20 agosto. 2015.

COSTA, M. C. **Sociologia: introdução à ciência da sociedade.** São Paulo: Moderna, 2005.

EASTMAN, C; TEICHOLZ, P; SACKS, R; LISTON, K. **BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors**. Hoboken (NJ): John Wiley & Sons, 2008. p. 145-146.

EASTMAN, C; TEICHOLZ, P; SACKS, R; LISTON, K. 2011. **BIM Handbook**. 2ª ed. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons 99 Ferreira, A., 2011. H House | Idenha à Nova. Disponível em: <<http://andreadferreira91.wix.com/andreferreira#!project03/c298>> Acesso em 3 de outubro de 2017

FAVERO, A. **A formação de Professores Reflexivos: a docência como objeto de investigação**. Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). 2013.

FREIRE, P. **Pedagogia da Autonomia: Saberes necessários à prática educativa**. 24ed. São Paulo: Paz e Terra, 2002.

GARCIA, D, S. **Arquitetura performativa: a utilização do Dprofiler para elaboração da forma arquitetônica**. UnB. Brasília. 2014.

GEBHARD, Jerry G. **Teaching as a foreigner or second language: a selfdevelopment and methodology guide**. Michigan: The University of Michigan Press, 1996. p. 14.

JOHNSON, S. **Cultura da Interface: Como o computador transforma nossa maneira de criar e comunicar**. Rio de Janeiro, Jorge Zahar, 2001.

KENSKY, V. M. **Educação e tecnologias: o novo ritmo da informação**. Campinas, SP: Papirus, 2015.

KOZULIN, A. **La Psicología de Vygotsky**. Madrid: Alianza. 1996, p. 111.

KUHN, T. S. The trouble with the historical philosophy of science. In: _____. **The road since structure: philosophical essays**, 2000, with an autobiographical interview. Chicago: University of Chicago Press

LÉVY, P. **A inteligência coletiva: por uma antropologia do ciberespaço**. 2. ed. Tradução de Luiz Paulo Rouanet. São Paulo: Loyola, 1999.

LÉVY, P. **As tecnologias da inteligência: o futuro do pensamento na era da informática**. Rio de Janeiro: Editora 34, 1993.

MARAGNO, G. **Questões sobre a qualificação e o ensino de arquitetura e urbanismo no Brasil**. São Paulo, 2010.

MARAGNO, G. **Questões sobre a qualificação e o ensino de arquitetura e urbanismo no Brasil**. São Paulo, 2012.

METODISTA. Imagem Vygotsky, 2016. disponível em: <<http://www.metodista.br/ead/rea/desenvolvimento-segundo-vygotsky/>> Acesso em 11 de janeiro de 2018.

MOREIRA, M.A. (1995). Monografia nº 7 da Série Enfoques Teóricos. Porto Alegre. Instituto de Física da UFRGS. Originalmente divulgada, em 1980, na série “**Melhoria do Ensino**”, do Programa de Apoio ao Desenvolvimento do Ensino Superior 98 Revista online De Magistro de Filosofia, Ano X, no. 21, 1º. Semestre de 2017 (PADES)/UFRGS, Nº11. Publicada, em 1985, no livro “Ensino e aprendizagem: enfoques teóricos”. São Paulo, Editora Moraes, p. 9-20. Revisada em 1995.

MORIN, E. **Problema epistemológico da complexidade**. Portugal: Europa-América, 1991.

NBIMS. **National BIM standards committee**. Version 1: Overview, principles, and methodologies. 2007. Disponível em: <https://www.wbdg.org/pdfs/NBIMSV1_p1.pdf> Acesso em 20 ago. 2015.

NÓVOA, A, in JOSSO, M. C. **Experiências de Vida e Formação**. Lisboa, 2002. p. 8.

OLIVEIRA, C. MOURA, S. P. **TIC’S na educação: a utilização das tecnologias da informação e comunicação na aprendizagem do aluno**. UESPI-Campus 2015

OLIVEIRA, M. K. **Vygotsky: aprendizado e desenvolvimento um processo sócio histórico**. 3. ed. São Paulo: Scipione, 1995. p. 57.

PIMENTA, S. G. **Professor reflexivo: construindo uma crítica**. In: Pimenta, S. Garrido; Ghedin, E. (orgs.), **Professor Reflexivo no Brasil – Gênese e Crítica de um Conceito**. São Paulo: Cortez, 2002.

PINO, A. S. **O social e o cultural na obra de Lev Semiónovich Vygotski. Educação e sociedade**. Campinas, Caderno Cedes, n 71, 2000.

RICHIT, A. **Implicações da teoria de vygotsky aos processos de aprendizagem e desenvolvimento em ambientes mediados pelo computador**. 2005. Disponível em: <http://www.rc.unesp.br/igce/demac/maltempi/cursos/curso3/Artigos/Artigos_arquivos/Artigo%20Vygotsky%20-2004.doc> Acesso em 22 de novembro de 2017.

RODRIGUES, D. S. **O Professor Reflexivo**. Universidade Estadual da Paraíba. 2016.

SACKS, R.; BARAK, R. (2010). **Teaching Building Information Modeling as an Integral Part of Freshman Year Civil Engineering Education**. ASCE Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice, Vol. 136 No. 1.

SANTOS, A. **Até o fim da década, BIM estará em todos os projetos**. 2014. disponível em: <<http://www.cimentoitambe.com.br/ate-o-fim-da-decada-bim-estara-em-todos-os-projetos/>> Acesso em 23 de agosto de 2017.

SANTOS, E, T; BARISON, S, M. **BIM e as universidades: Formação de recursos humanos devidamente familiarizados com os novos paradigmas que o BIM pressupõe é essencial e urgente**. Construção e mercado. 2011. Disponível em: <<http://construcaomercado17.pini.com.br/negocios-incorporacao-construcao/115/o->

desafio-para-as-universidades-formacao-de-recursos-humanos-282479-1.aspx> Acesso em 06 agosto 2018.

SILVA, C. C. R; PORTO, M. D; MEDEIROS, W. A. **A teoria Vygotskyana e a utilização das novas tecnologias no ensino aprendizagem: uma reflexão sobre o uso do celular.** Revista online De Magistro de Filosofia, Ano X, no. 21, 1º. Semestre de 2017.

STEVENS, Garry. **O Círculo privilegiado, fundamentos sociais da distinção arquitetônica.** Brasília: Editora da Universidade de Brasília, 2003.

SUCCAR, B. **Building information modeling framework: a research and delivery foundation for industry stakeholders.** Automation in Construction, v. 18, n. 3, 2008. Disponível em: <www.elsevier.com/locate/autcon>. Acesso em 19 dezembro de 2017.

SUCCAR, B. **Building information modelling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders.** Automation in Construction v.18. 2009.

TAYLOR, J. M.; LIU, J.; HEIN, M. F. **Integration of building information modeling into an ACCE accredit construction management curriculum.** In: 44th ASSOCIATED SCHOOL OF CONSTRUCTION ANNUAL INTERNATIONAL CONFERENCE, 2008, Auburn. Proceedings... Auburn: ASC, 2008. Disponível em: <http://ascpro0.ascweb.org/archives/cd/2008/paper/CEUE246002008.pdf> . Acesso em: 20 fevereiro de. 2017.

VIGOTSKY, L. S. **A formação social da mente.** São Paulo: Livraria Martins Fontes Editora Ltda, 1998.

VYGOTSKY. L. S. **A formação social da mente.** São Paulo: Martins Fontes, 1989

WONG, F, K, W; WONG, A; NADEEM, A. **Government roles in implementing building information modelling systems: Comparison between Hong Kong and the United States.** 2011. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/254190480_Government_roles_in_implementing_building_information_modelling_systems_Comparison_between_Hong_Kong_and_the_United_States> acesso em 5 de julho de 2016.

ZEICHNER, Kenneth M. **Reflective teaching: an introduction** / Kenneth M. Zeichner, Daniel P. Liston. Mahwah, N.J.:L. Erlbaum Associates,1996.

ZEVI, B. **Saber ver a arquitetura.** São Paulo: Martins Fontes, 1996.

IMPLANTAÇÃO DA PLATAFORMA BIM: ANÁLISE DOS DESAFIOS A PARTIR DAS CONCEPÇÕES DE PROFESSORES E ALUNOS

RESUMO:

O artigo em questão tem como objetivo analisar, a partir da participação de professores e alunos, o estado da aplicabilidade da plataforma BIM e os possíveis desafios para a sua implantação no ensino de arquitetura e urbanismo. Para tanto foi utilizada a aplicação de questionário online para dez professores e quarenta alunos com o fito de verificar as percepções desses respondentes em relação às novas TICs. O artigo se inicia apresentando informações referentes à aplicação de novas TICs. Prossegue com o desenvolvimento cognitivo do sujeito a partir da teoria de Vygotsky e descreve as características do professor reflexivo. Em seguida, argumenta-se em pró da necessidade de se expandir o ensino por meio da plataforma BIM num mundo cada vez mais dinâmico e tecnológico. Quanto a pesquisa de campo, foram elaborados questionários online distintos para professores e alunos. Buscou-se revelar, dentro de cada um desses universos, pontos que os indivíduos, dentro de suas características, consideram mais relevantes. Após a coleta, análise e apresentação dos dados, houve a interpretação das informações coletadas no intuito de chegar a considerações finais sobre a resistência a implantação de novas TICs, sendo a plataforma BIM o foco desta pesquisa, no ensino.

Palavras-chave: TIC; implantação; plataforma BIM;

ABSTRACT:

The article aims to analyze, from the participation of teachers and students, the state of the applicability of the BIM platform and the possible challenges for its implementation in the teaching of architecture and urbanism. For this purpose, an online questionnaire was used for ten teachers and forty students in order to verify the perceptions of these respondents in relation to the new ICTs. The article begins by presenting information regarding the application of new ICTs. It proceeds with the subject's cognitive development from Vygotsky's theory and describes the characteristics of the reflective teacher. Then, it is argued in favor of the need to expand teaching through the BIM platform in an increasingly dynamic and technological world. As for field research, separate online questionnaires were developed for teachers and students. It was sought to reveal within each of these universes points that individuals, within their characteristics, consider more relevant. After the data collection, analysis and presentation, the information collected was interpreted in order to arrive at final considerations about the resistance to the implementation of new ICTs, being the BIM platform the focus of this research in teaching.

Keywords: ICT; implantation; BIM platform;

1. INTRODUÇÃO

O artigo em questão tem como objetivo geral investigar, de forma empírica, a relação das novas tecnologias de informação e comunicação (TIC) e o ensino de arquitetura e urbanismo. Dentre os objetivos específicos tem-se: analisar como as

contribuições da teoria sócio-histórico-cultural de Vygotsky e as formulações sobre a formação e atuação do professor reflexivo podem contribuir para lançar luz para o alcance do objetivo geral e, também, identificar os principais desafios encontrados para a implantação de novas tecnologias, com foco na plataforma BIM (*Building Information Model*), no ensino mencionado.

Para a confecção do questionário foi necessário o uso das informações referentes ao uso de TICs no contexto do ensino de arquitetura e urbanismo. Também estudos quanto aprendizagem arquitetônica, por meio da plataforma BIM, observada a teoria de Vygotsky, compreendendo a relação vital entre a inserção de novas TICs no ensino e o papel do professor reflexivo e mediador nesse ambiente de constantes inserções tecnológicas.

Valente (1999), postula que as TICs se apresentam como ferramentas importantes para o desenvolvimento do processo de aprendizagem. Essas tecnologias permitem a criação de novos ambientes de ensino, assim como novas formas de se interpretar a realidade. As novas tecnologias, aliadas ao ensino, possuem a possibilidade de impulsionar o desenvolvimento do pensamento reflexivo e interativo entre alunos e professores.

Para Richit (2005) a teoria sócio-histórico-cultural de Vygotsky explicita que a gênese das mudanças que ocorrem nos seres humanos, ao longo de seu desenvolvimento, está interligada as interações desses sujeitos e o contexto social, cultural e instrumental. As atuais inovações tecnológicas se caracterizam, principalmente como mudanças no plano instrumental. No entanto, a forma como o sujeito internaliza tais instrumentos, convertendo-os em signos, acarretará também mudanças sociais, culturais e, até mesmo, cognitivas. Essa apropriação do conhecimento, por sua vez, acontece por meio da mediação. Nela o sujeito entra em contato com conteúdo, os elabora e os internaliza, a partir da linguagem que o cerca, seja essa oriunda de um professor, familiares ou meio social mais amplo no qual ele se insere.

Rodrigues (2016), atribui ao professor reflexivo a capacidade de fazer uma revisão ativa, voluntária, rigorosa e persistente do seu modo de lecionar. O professor reflexivo precisa compreender a si mesmo por meio de um processamento mental contínuo. Destarte o educador poderá questionar suas atitudes e os prováveis impactos delas sobre as aprendizagens de seus educandos. Assim, diante das novas TICs, o professor reflexivo tem papel fundamental. Esse consiste em se engajar na compreensão

crítica das novas dinâmicas interpessoais e intrapessoais que a introdução de novas tecnologias está causando, até mesmo de um modo irreversível, sobre o processo de ensino e aprendizagem.

Wong et al (2011) demonstram que o intuito de fornecer um ensino por meio da BIM, como uma TIC, não é apenas para atender a existente demanda de mercado, Mas, principalmente, capacitar os alunos na compreensão de conceitos integrativos, dando uma visão geral de todo o ciclo de vida do projeto. Além disso, possibilitar a visualização, a partir de um modelo interativo, de todo o conjunto de vistas que englobam a totalidade de um projeto.

A partir dessas informações, foi possível organizar um questionário com a intenção de compreender o perfil do sujeito e seu entendimento com relação ao BIM e ao ensino. Assim, buscou-se *in loco* a concepção de alunos e professores quanto aos desafios para a implantação dessa nova TIC nas instituições de ensino de arquitetura e urbanismo.

Os procedimentos metodológicos utilizados partiram da pesquisa bibliográfica. Portanto, nessa etapa, assumiu um caráter exploratório (GIL, 1991). No segundo momento, foi desenvolvida a pesquisa de campo, a partir de uma abordagem quali-quantitativa (MINAYO, 2004). Essa foi composta por um questionário online com quinze (15) perguntas. Tanto alunos quanto professores estiveram livres para adicionar observações com relação ao BIM, ao ensino e a pesquisa. Por fim, as respostas obtidas foram analisadas e discutidas.

O universo da pesquisa foi composto por professores e alunos do Ensino Superior de Arquitetura e Urbanismo, inicialmente da cidade de Anápolis-GO (onde o pesquisador reside) e, devido a disseminação do questionário, de outras cidades. Como critério de inclusão, foi estabelecido que os docentes deveriam estar atuando profissionalmente e os discentes deveriam estar cursando graduação em Arquitetura e Urbanismo. Não houve critério de exclusão, nem mesmo no que se refere a restrição referente a instituição de ensino com relação a cidade de origem do curso de arquitetura e urbanismo.

O interesse por essa delimitação do campo empírico, que é constituído pelas experiências tanto dos professores quanto dos alunos de arquitetura e urbanismo, se deu a partir da pesquisa acerca das maiores dificuldades encontradas e listadas na bibliografia em torno do assunto. Os maiores desafios para a implantação do BIM no ensino de arquitetura e urbanismo se dá pela falta de professores capacitados, o que

desmotiva a instituição de ensino a adquirir a tecnologia, uma vez que seria necessário o treinamento de grande parte dos docentes do curso de arquitetura e urbanismo. Desse modo, a pesquisa de campo se delimitou a compreender a visão desses professores e alunos com relação a essas dificuldades.

2. CARACTERÍSTICAS DA PESQUISA

2.1 TIPO DA PESQUISA

Esta pesquisa tem como tipologia a pesquisa quali-quantitativa (MINAYO, 2004). A pesquisa quantitativa é caracterizada pela possibilidade de descrever as causas de um fenômeno a partir da linguagem matemática. A pesquisa qualitativa, por sua vez, tem como ponto norteador a parte da realidade que não pode ser quantificada, mas que depende de um universo de significados e concepções, motivações, valores e atitudes.

A amostragem foi probabilística, do tipo Amostra Aleatória Simples (AAS). Os sujeitos desta pesquisa, a partir do preenchimento do questionário, deram autorização da divulgação dos dados solicitados desde que resguardadas as questões éticas de sigilo e anonimato que foram apresentadas na introdução do questionário. Se tratando de um questionário, os sujeitos foram esclarecidos dos objetivos da pesquisa a partir de um texto introdutório. Os próprios sujeitos preencheram o formulário com suas respostas e o pesquisador não interviu em nada, garantindo maior fidelidade aos dados colhidos.

Esta pesquisa foi composta por duas etapas. A primeira etapa foi o preenchimento do questionário, sendo que dez (10) professores e quarenta (40) alunos o responderam. A segunda etapa da pesquisa consistiu na síntese e interpretação dos dados através de gráficos que ajudaram a compreender a posição desses alunos e professores com relação aos questionamentos que foram levantados.

2.1.1 OBJETIVO DAS PERGUNTAS

Todas as perguntas que compõem o questionário online têm como objetivo compreender a relação do sujeito com a plataforma BIM. Desse modo, os questionamentos levantados são derivados diretos acerca da relação das TICs com o ensino, assim como da teoria de Vygotsky e o desenvolvimento do sujeito num ambiente tecnológico e por fim da necessidade de que os docentes se tornem cada vez

mais professores reflexivos. Esse conjunto de informações combinadas possibilitaram a confecção do questionário online.

2.1.2 INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS

Para a realização da presente pesquisa utilizou-se como instrumento de coleta de dados: questionário online. Esse questionário foi enviado ao docente e discentes do curso de arquitetura e urbanismo, inicialmente da Universidade Estadual de Goiás (UEG), Unievangélica e Faculdade Metropolitana de Anápolis (FAMA), que por sua vez foram encorajados a enviar para outros colegas que se encaixassem no perfil informado, resultando na inclusão de faculdades de outros estados.

Silva et al (1997, pg. 410) mostram que o “(...) questionário seria uma forma organizada e previamente estruturada de coletar na população pesquisada informações adicionais e complementares sobre determinado assunto sobre o qual já se detém certo grau de domínio.” De acordo com Mattar (1996), a aplicação de um questionário faz com que o sujeito sinta menos pressão, respondendo com mais sinceridade as questões postas. Além disso, os respondentes têm mais tempo para preencher as informações o que costuma fazer com que respondam com mais qualidade informacional.

O questionário online foi dividido em quatro (4) partes distintas, sendo elas: observações introdutórias e explicativas, perfil do sujeito, aspectos gerais e BIM e ensino.

A primeira parte introduziu o sujeito ao tipo de questionário, deixando claras as intenções e necessidades do pesquisador, ao tipo de pesquisa e ao vínculo institucional com a Universidade Estadual de Goiás (UEG) e com o programa de pós-graduação *stricto sensu* em ensino de ciências (PPEC).

A segunda parte buscou compreender o perfil do sujeito. Para os discentes o questionário se focou em coletar informações relativas à qual instituição de ensino estão vinculados, assim como o período letivo e que *softwares* utilizam. Para os docentes, o questionário teve como foco coletar informações referentes à área e tempo de atuação assim como as disciplinas que leciona e que *softwares* utilizam.

A terceira parte buscou compreender os conhecimentos gerais do sujeito com relação à plataforma BIM. O objetivo foi entender a realidade com relação ao

conhecimento adquirido por docentes e discentes com relação a plataforma BIM. Entendendo, portanto, o modo como esses sujeitos adquiriram sua formação nessa plataforma e por qual meio.

A quarta parte buscou compreender os conhecimentos do sujeito com relação à plataforma BIM e sua ligação com a instituição de ensino a que pertence. Esta parte teve por finalidade colher a opinião do sujeito acerca da implantação da plataforma BIM em sua instituição de ensino. Nela, o sujeito pode opinar sobre o que ele acreditava se tratar de uma resistência a implantação dessa TIC.

2.2 CARACTERÍSTICAS DOS SUJEITOS

Os questionários foram respondidos por 50 sujeitos. Sendo eles dez (10) professores (20%) e quarenta (40) alunos (80%). Ressalta-se que houve questionários distintos para professores e alunos.

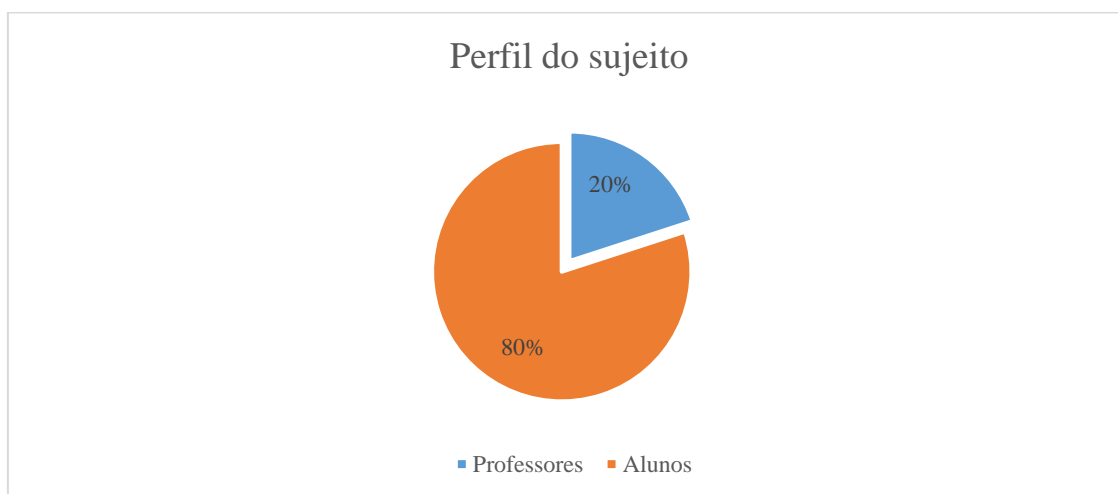


Figura10: Perfil do sujeito – Alunos e Professores

2.2.1 PROFESSORES

Conforme a figura 10, responderam ao questionário dez (10) professores. O perfil do professor procurado para a aplicação do questionário se tratou de algo bastante abrangente e pouco restritivo: professor de arquitetura e urbanismo que se encontre atuante no período letivo de aplicação do questionário (2019). Todos que não se encaixaram nesse perfil tiveram o seu questionário descartado para o levantamento dos dados. Menos da metade dos professores (40%) já lecionam a mais de cinco (5) anos.

2.2.2 ALUNOS

Conforme o gráfico 1, responderam ao questionário quarenta (40) alunos. O perfil do aluno procurado para a aplicação do questionário se tratou de algo bastante abrangente e pouco restritivo: aluno de arquitetura e urbanismo que se encontre atuante no período letivo de aplicação do questionário (2019). Todos que não se encaixaram nesse perfil tiveram o seu questionário descartado para o levantamento dos dados. O maior número de respostas (79,4%) se deu por alunos que já haviam passado de mais da metade da graduação de arquitetura e urbanismo, e, portanto, já estavam a capacitados pelas disciplinas básicas de desenho.

2.3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

2.3.1 QUESTIONARIO DOS PROFESSORES

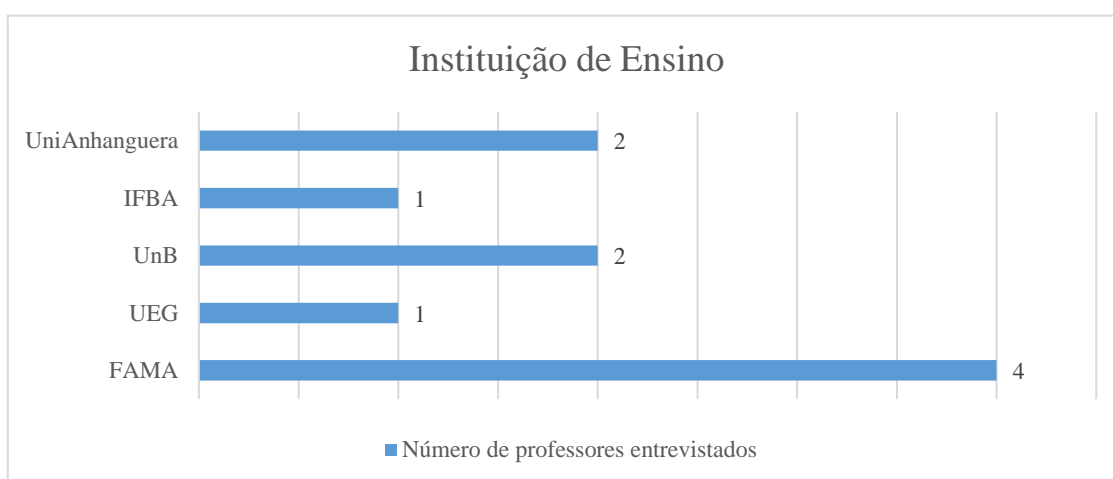


Figura 11: Número de professores – Instituições de ensino

A figura 11 mostra que foram questionados professores pertencentes a cinco (5) instituições de ensino diferentes. Foram elas: UniAnhanguera-GO; IFBA (Instituto Federal da Bahia); UnB (Universidade de Brasília); UEG (Universidade Estadual de Goiás) e FAMA (Faculdade Metropolitana de Anápolis). Todos esses professores possuem formação em Arquitetura e Urbanismo e estão ativamente lecionando nessas instituições.

Segundo as respostas referente ao questionamento “área de atuação” de cada docente, esses professores englobam as seguintes áreas de conhecimento:

- . Teoria e história;
- . Projeto de arquitetura;
- . Projeto urbano;
- . Projeto Integrado;
- . Desenho Técnico
- . Desenho Digital
- . Conforto térmico e tecnologia.

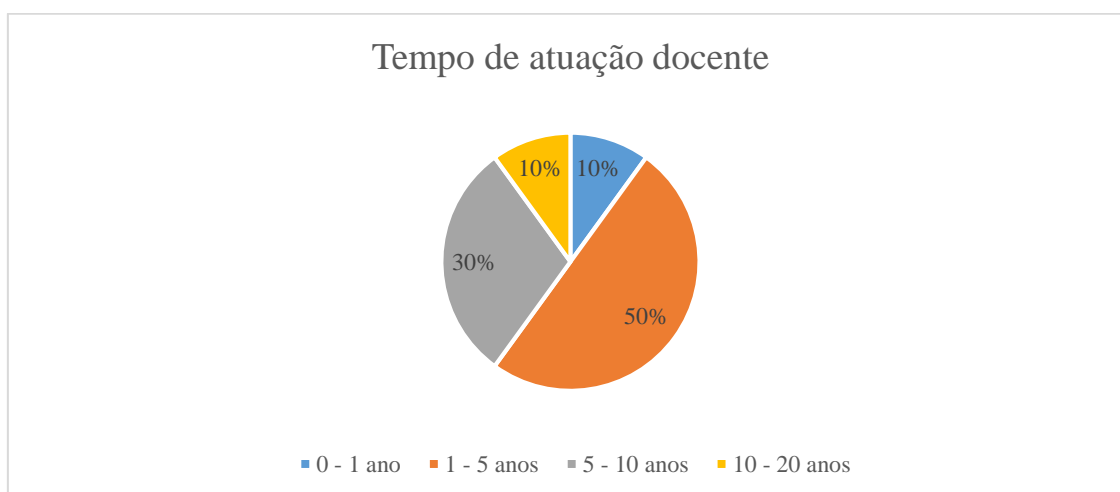


Figura 12: Tempo de atuação docente.

A figura 12 mostra que 50% dos sujeitos possuem tempo de atuação docente de até cinco (5) anos, enquanto 30% possui atuação de até dez (10) anos. Sendo assim, esses profissionais possuem bastante experiência em sala de aula.

Como Zeichner (1996) demonstra, a reflexão não é um conjunto de saberes que pode ser ensinado, mas um conjunto ativo capaz de intermediar ação e conflitos que surgem no ensino. O autor coloca ainda que não existe um tempo inicial ou limite para se tornar um professor reflexivo, sendo apenas necessário que exista a autorreflexão diante das situações em sala de aula, e que, no entanto, é mais comum encontrar professores reflexivos que já possuam certa experiência com o ambiente de ensino.

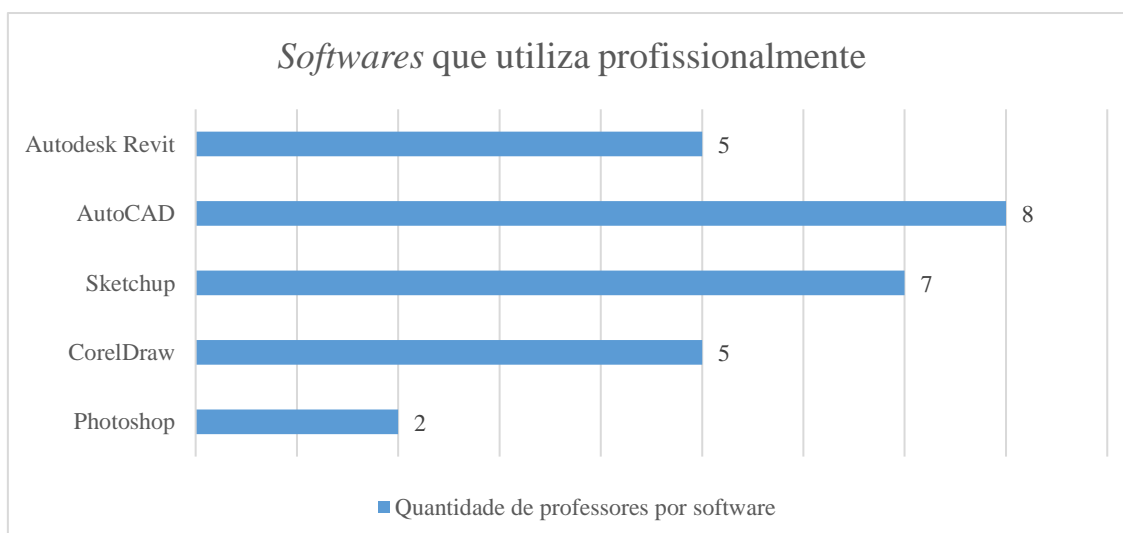


Figura 13: *Software* utilizados pelos professores

Quando questionados sobre o *software* que os professores utilizam em sua vida profissional (seja na academia ou como arquiteto e urbanista) cinco (50%) dos professores responderam que utilizam o *Autodesk Revit* (*software* da *Autodesk* para a plataforma BIM). Embora alguns dos professores não utilizem profissionalmente, todos eles possuem conhecimento técnico sobre o *AutoCAD* (figura 13).

Um ponto a ser observado se dá pelo fato de que os três (3) professores pertencentes a UniAnhanguera e IFBA possuem treinamento com a plataforma BIM, uma vez que faz parte integrante das disciplinas do curso. Se observado, os demais professores cujas instituições de ensino não pedem a plataforma a BIM, apenas dois (2) dos demais sete (7) professores a utilizam.

Quando observado que os professores que declaram não utilizar nenhum *software* da plataforma BIM se encontram quase que exclusivamente entre a faixa de tempo de atuação docente referente a 5-10 anos e 10-20 anos, se torna ainda mais claro que a utilização de um *software* como o *Autodesk Revit*, ainda que existente desde os anos 2000, acontece de modo mais confortável pelos novos docentes (1-5 anos).

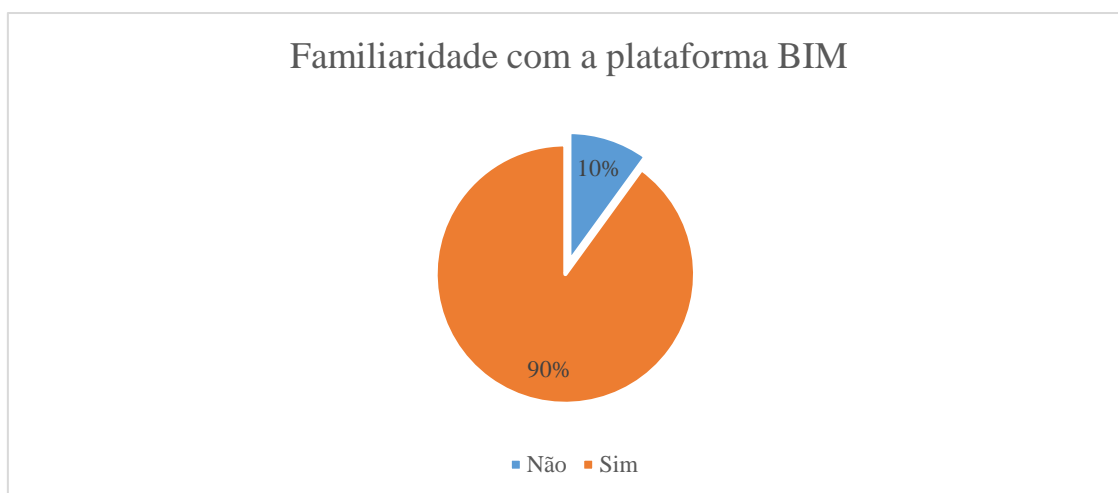


Figura 14: Professores que conhecem a plataforma BIM

Quando questionados sobre a familiaridade desses professores com os conceitos referentes a plataforma BIM, 90% dos respondentes afirmaram possuir conhecimentos. 10% dos sujeitos revelaram não possuir conhecimentos. É necessário destacar que esses 10% fazem parte do grupo de professores que tem tempo de atuação de 10-20 anos (figura 14).

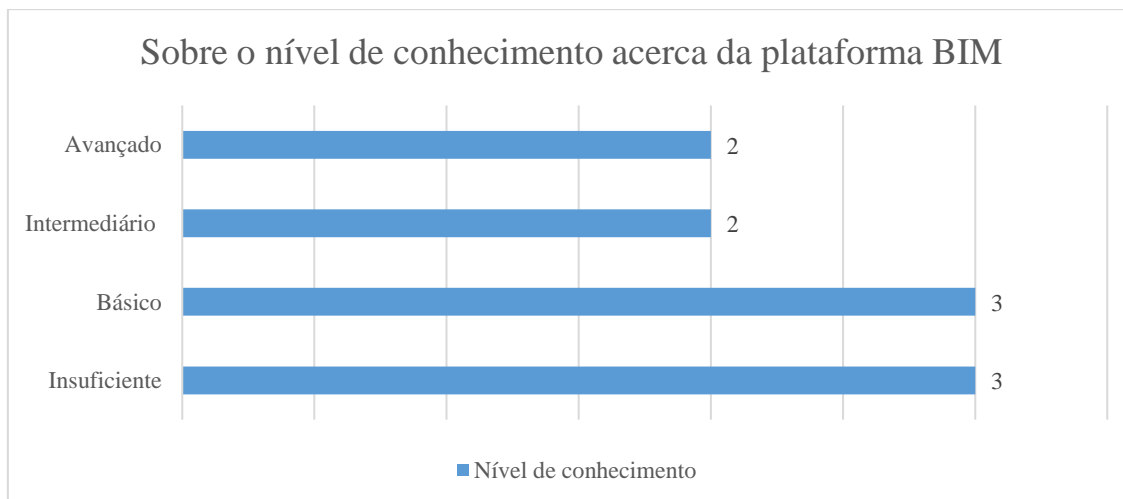


Figura 15: Nível de conhecimento dos professores sobre a plataforma BIM

Perguntados sobre o nível de conhecimento referentes a plataforma BIM, 40% se encontra entre intermediário e avançado – sendo 30% deles professores de cursos onde existe a disciplina obrigatória na grade – e 60% se encontra entre o básico e insuficiente (figura 15).

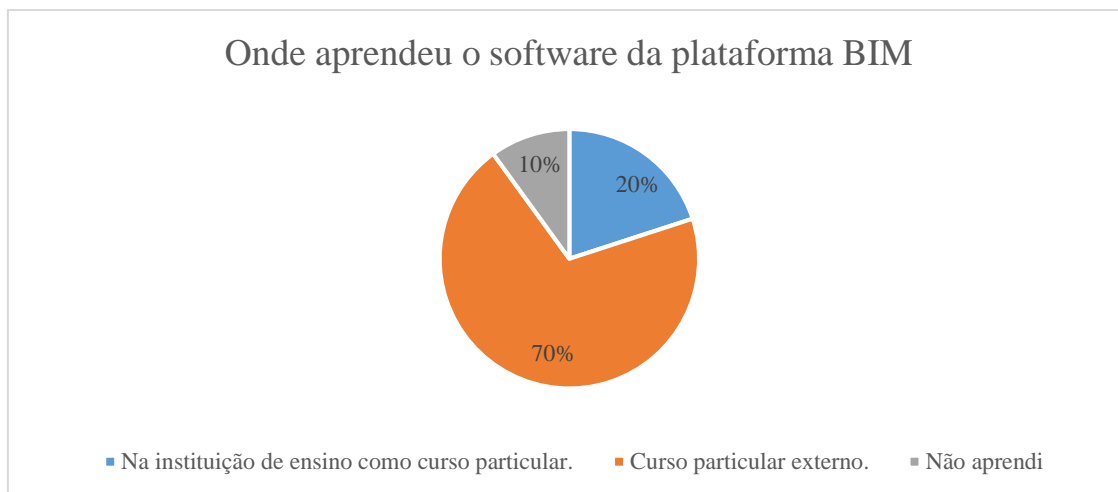


Figura 16: Onde aprendeu o *software* da plataforma BIM - Professores

A figura 16 mostra que 70% dos professores aprenderam ou tiveram contato com o BIM em curso particular externo, enquanto 20% deles tiveram contato através de cursos ofertados na própria instituição de ensino, ainda que de modo particular. Quando questionados, todos os professores possuíam conhecimentos referentes ao AutoCAD. De modo que todos os professores tiveram contato com o CAD anterior ao contato com o BIM.

Quando questionados sobre quais as maiores diferenças poderiam citar entre o CAD e o BIM, essas foram algumas das respostas:

- “Não considero que existem diferenças significativas da forma de apresentação dos projetos entre o CAD e o BIM desde que as configurações e normatizações de representação sejam as mesmas; o diferencial é que a plataforma BIM permite a visualização de vários projetos no mesmo arquivo e contribui para a compatibilização dos desenhos, reduzindo tempo de projeto e minimizando erros”.
- “Modelagem total do objeto ao invés de desenhos separados”.
- “3D para o cliente leigo e para compatibilizar projetos”.
- “A maior diferença está na forma manipular o programa, pensando a todo tempo em três dimensões”.
- “Por ser parametrizado, a plataforma BIM oferece rapidez na execução do desenho e em mudanças posteriores. Porém, pode ficar deficitário na finalização técnica do desenho”.

- “Os projetos apresentados na plataforma BIM são menos suscetíveis a erros, já que os desenhos de planta, corte e fachada se relacionam”.
- “O AutoCAD é uma "prancheta" eletrônica, enquanto o BIM proporciona uma visualização do desenho numa perspectiva mais completa”.

Os respondentes concordam com Caixeta (2013) no sentido que as maiores diferenças encontradas podem ser observadas através do manuseio de um modelo interativo na qual a partir dele é possível retirar vistas distintas que se interagem entre si dentro de um ambiente parametrizado, o que permite mais exatidão de informações e redução do tempo dedicado para execução de tarefas simples de desenho técnico.

Quando questionados se acreditavam haver necessidade de treinamento da plataforma BIM para os professores, e que isso fosse oferecido pela instituição de ensino na qual cada um deles pertence, a resposta foi unânime. Todos os docentes concordaram que o treinamento em BIM se tornou algo extremamente urgente e necessário.

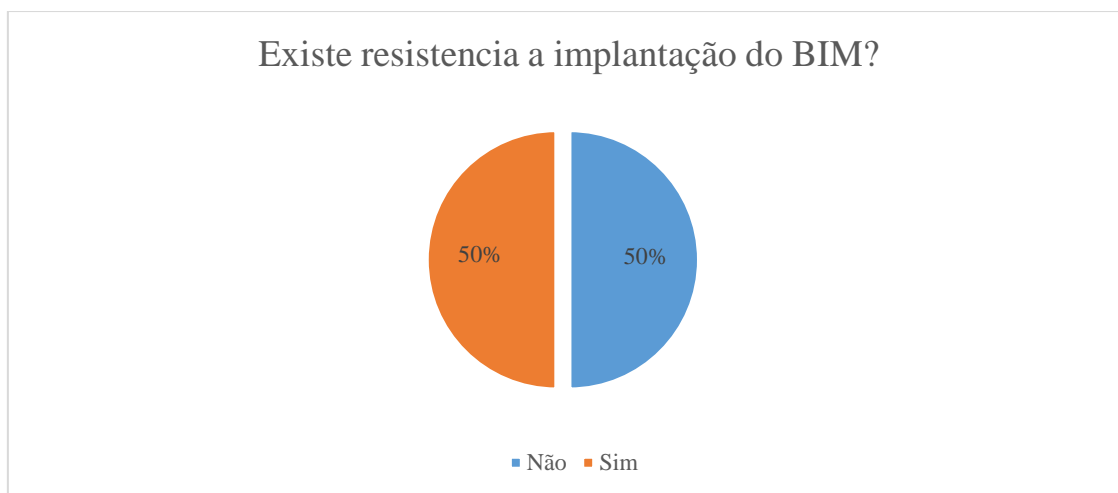


Figura 17: Questionamento acerca da resistència de implantação do BIM - Professores

Ao serem questionados sobre a possível resistència por parte de sua instituição de ensino para a implantação da plataforma BIM os respondentes ficaram divididos. 50% acredita que existe resistència, enquanto 50% acredita que não (figura 17).

No entanto, quando observado as justificativas se torna mais claro o porquê desse posicionamento:

- “Não houve resistência, desde a primeira matriz curricular temos uma disciplina específica com 60 horas”.
- “Onde trabalho já está implantando ensino de CAD e continuamente plataforma BIM”.
- “Na Instituição que sou professora, já existe a disciplina obrigatória. Na instituição de minha formação, não sei como é hoje”.
- “A resistência se dá pelo desconhecimento da plataforma, pela dificuldade dos professores em trabalharem com algo novo e pela requisição de novas máquinas e *softwares* para o desenho”.
- “Há mais de 10 anos de ‘vê a tendência do mercado em utilizar o BIM, porém muitas instituições se negam a enxergar isso”.
- “Na instituição existiria provavelmente dificuldade de professor habilitado a ensinar o *software*. Além disso, acredito termos profissionais que consideram o “ensino tradicional” mais eficiente. Desta forma, muitos teriam dificuldades de se adaptar a esta nova realidade. Além disso, o perfil do aluno da instituição particular pode dificultar o desenvolvimento das outras linguagens de representação no de caso de haver esta implantação do BIM”.

Como observado anteriormente, três (3) sujeitos fazem parte de instituições de ensino que já possuem o BIM em sua grade, e desse modo baseiam suas respostas nessa situação, que segundo Santos (2014) não é a maior parte da realidade nos cursos de arquitetura e urbanismo. No entanto, quando questionados sobre se a situação era a mesma nas instituições de ensino em que se formaram como arquitetos e urbanistas o resultado foi diferente. Os três (3) tiveram formação na UEG (Universidade Estadual de Goiás) que até o presente momento não possui a plataforma BIM em sua grade.

Por fim, foi pedido uma observação final dos professores. Apenas um dos sujeitos respondeu: “Vejo com muita frequência projetos desenvolvidos no Revit com graves problemas de representação técnica. Não apenas na instituição de ensino como de profissionais atuantes no mercado”. O respondente apontou para um segundo problema, a má formação na plataforma BIM, onde ainda que exista conhecimento, falta um aprofundamento que permita melhor desempenho no resultado final.

2.3.2 QUESTIONÁRIO DOS ALUNOS

A figura 18 mostra que foram questionados alunos pertencentes a seis (6) instituições de ensino diferentes. Foram elas: UCB-RJ (Universidade Castelo Branco); FSM (Faculdade Santa Maria); PUC (Faculdade Católica); UNIP (Universidade paulista); UEG (Universidade Estadual de Goiás) e FAMA (Faculdade Metropolitana de Anápolis). Todos esses alunos estão, no momento dessa pesquisa, matriculados e em formação no curso de Arquitetura e Urbanismo.

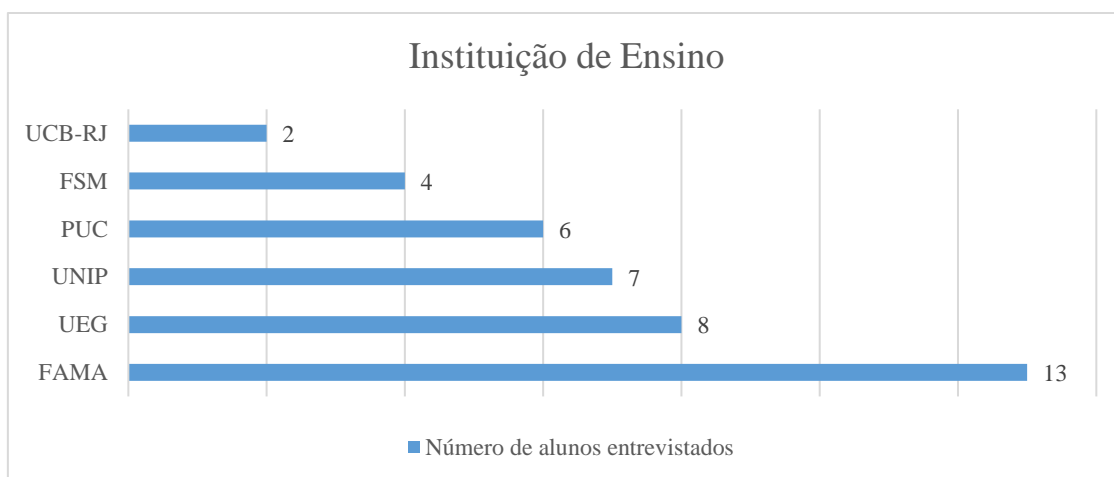


Figura 18: Número de alunos – Instituição de ensino

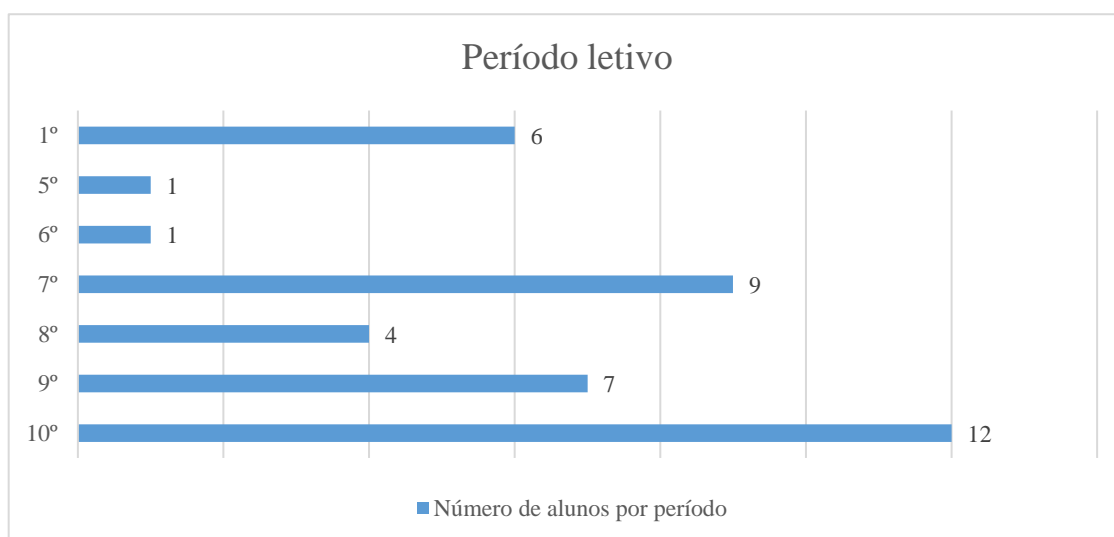


Figura 19: Período letivo dos alunos

Os alunos respondentes estão situados em vários períodos letivos, sendo a maior concentração deles pertencentes ao 10º período. É bastante comum que os cursos de

arquitetura tenham em seus períodos iniciais a disciplina de desenho técnico seguida pelo desenho digital no AutoCAD, desse modo, era esperado que apenas os alunos do 5º período em diante possuíssem conhecimento avançado sobre a utilização de TICs como o Autodesk Revit (figura 19).

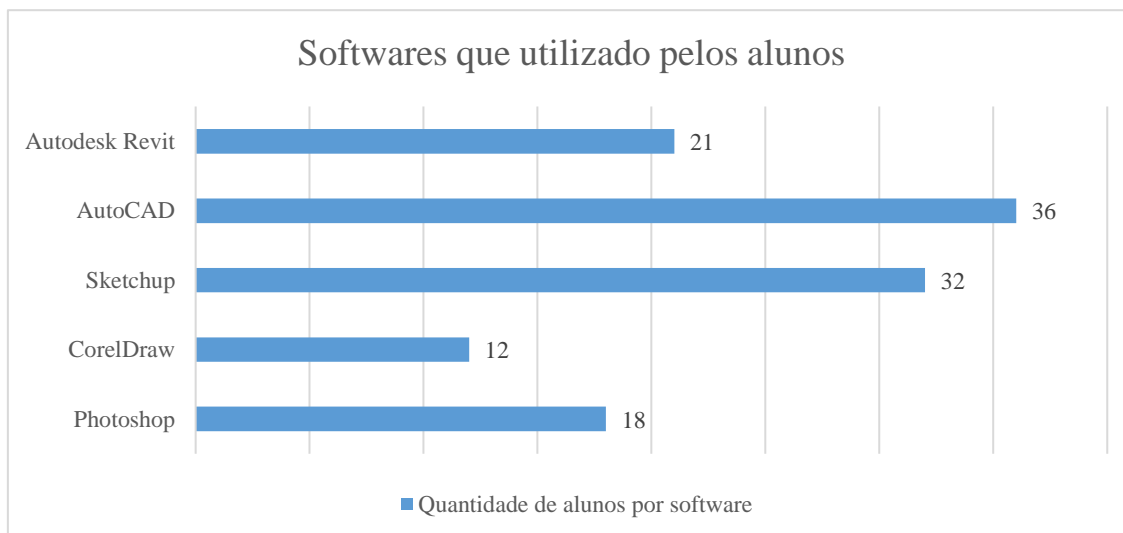


Figura 20: *Softwares* utilizados pelos alunos

Todos os alunos respondentes pertencentes ao 5º período em diante, trinta e quatro (34), atestaram possuir conhecimento no AutoCAD. Alguns deles responderam possuir conhecimentos em outros *softwares* auxiliares como o Sketchup, CorelDraw e Photoshop. No entanto, dos quarenta (40) alunos respondentes, vinte e um (21) atestaram possuir conhecimento e utilizar o Autodesk Revit (figura 20).

Nesse ponto do questionário voltado para os alunos houve o questionamento acerca dos conhecimentos acerca da plataforma BIM. Caso o respondente acreditasse não conhecer a plataforma BIM ele não precisaria responder nenhuma das questões específicas a seguir. Quinze (15) alunos responderam não conhecer a plataforma BIM, restando um universo de respondentes de apenas vinte e cinco (25) alunos para as próximas questões.

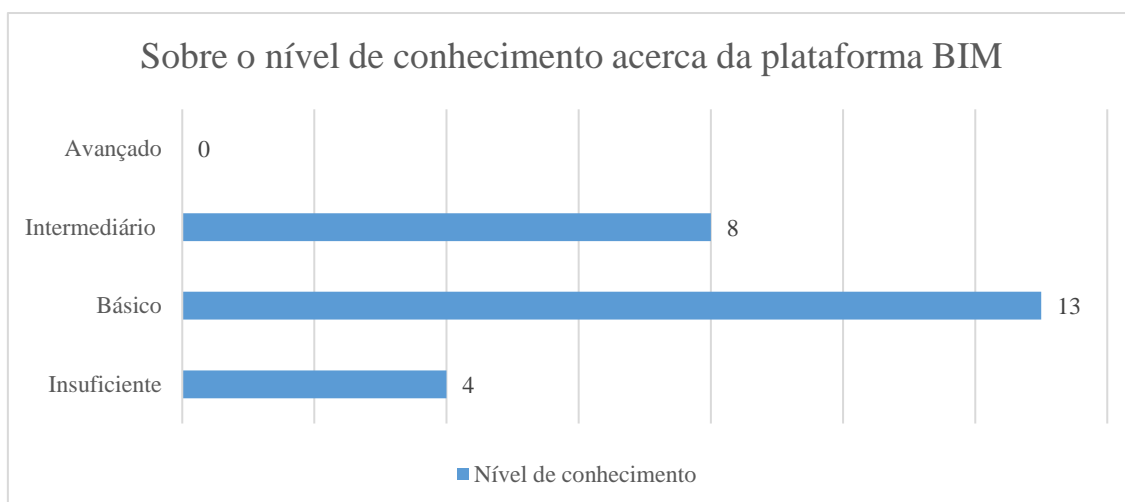


Figura 21: Nível de conhecimento dos alunos sobre a plataforma BIM

Embora vinte e cinco (25) alunos tenham respondido que possuíam conhecimentos acerca do BIM, e no questionamento anterior vinte e um (21) deles tenha respondido utilizar o Autodesk Revit na confecção dos seus projetos, nenhum dos alunos respondeu possuir conhecimentos avançados, totalizando o nível básico como o mais respondido (figura 21).

Succar (2009) afirma que para a implantação do BIM, seja na academia, indústria ou na prática individual, é necessário que exista uma adesão gradual onde o usuário precisa compreender todos os processos e modos de lidar com o modelo de informação. Caso esse processo não seja atendido e o usuário apenas se interaja com a parte básica do *software*, problemas como os observados no questionário serão encontrados.

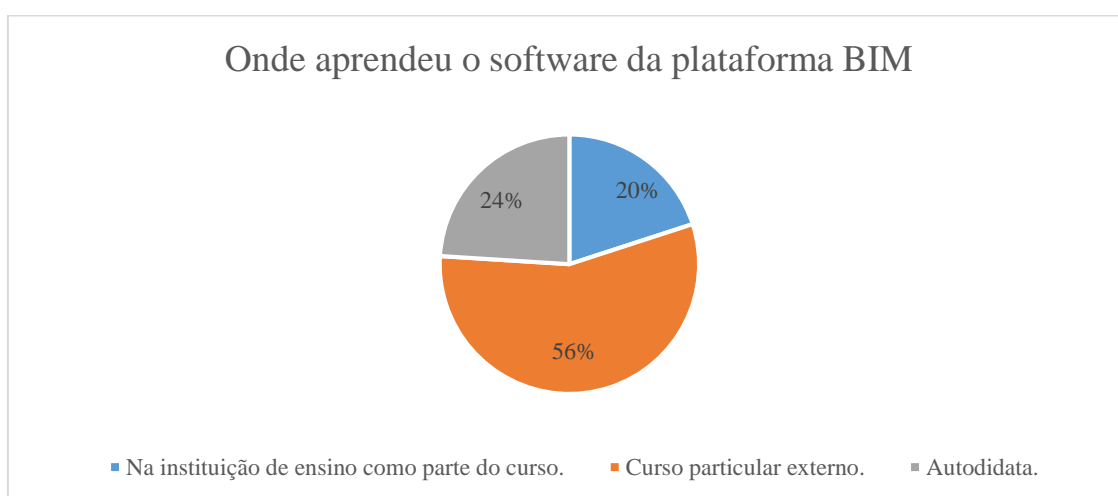


Figura 22: Onde aprendeu o *software* da plataforma BIM - Alunos

Perguntados sobre o local onde aprenderam o *software*, no caso Autodesk Revit, da plataforma BIM, seis (6) alunos, totalizando 24%, responderam serem autodidatas, aprendendo com tutoriais em plataformas de streaming de vídeo; quatorze (14), totalizando 56%, responderam terem aprendido em curso particular externo; os cinco (5) alunos restantes, totalizando 20%, responderam terem aprendido na própria instituição de ensino como parte integrante do curso (figura 22).

Considerando as respostas, os alunos foram questionados a seguir sobre quais as maiores diferenças que encontraram entre a confecção de projetos no AutoCAD e no Autodesk Revit:

- “2D e 3D ao mesmo tempo”.
- “Após parametrizar seu arquivo modelo de projeto, você possui dados que são fornecidos automaticamente e mais importante, dados precisos. Possui também a compatibilização de elementos arquitetônicos no projeto de forma quase automática, avisando onde estão erros de elementos, a exemplo elementos que se sobrepõem e poderiam gerar dados incorretos, diria que isso tudo seria apenas 20% do potencial do Revit”.
- “Implantação mais coerente com o terreno; os projetos complementares e de estrutura não entram em conflito com a proposta arquitetônica; Precisão na esfera 4D”.
- “A plataforma BIM é mais completa e intuitiva, mostra os projetos e volumetria em tempo real e com maior exatidão”.
- “A plataforma BIM é bem mais prática e íntegra, principalmente na parte técnica, além de fornecer rapidez e compatibilidade entre as pranchas do projeto”.
- “A plataforma BIM, contribui para que o projeto seja mais completo em menos tempo”.
- “A questão da integração dos sistemas, o CAD faz muitas coisas, mas o Revit é mais moderno, a planta é feita em conjunto com o 3D e de certa forma é mais rápido porém o sistema é bem complexo e precisa de ter mais conhecimento técnico e de obra, o CAD é fácil de entender e usar e não necessita de um campo maior de prática e conhecimento em outras áreas”.

- “Otimização de tempo de projeto e antecipação de decisões construtivas que ajudam na previsão de problemas e incompatibilidades”.
- “Qualidade do desenho e praticidade de já apresentar em uma modelagem a planta, cortes, fachadas e até mesmo a volumetria”.

Quando questionados se a o ensino da plataforma BIM deveria ser algo a ser ensinado pela própria instituição de ensino, desse modo não havendo necessidade para autodidatismo ou a aprendizagem em cursos particulares, todos os vinte e cinco (25) alunos responderam que sim.

Os respondentes justificaram suas respostas:

- “Além do fato de ser lei a utilização de compatibilização por *software* baseado em BIM, facilitaria a vida acadêmica e melhoraria a qualidade e pericia projetual dos novos arquitetos no mercado”.
- “Acho que o auto CAD é um programa que jamais deixará de ser usado em projetos arquitetônicos, mais a praticidade do Revit, ganhara cada dia mais usuários, principalmente se for inserido como disciplina acadêmica”.
- “O aluno que recebesse o ensino da plataforma, além de maior praticidade e melhor desempenho no resultado dos trabalhos, pouparia uma enorme quantidade de tempo (que programas como o AutoCAD necessitam para produção dos projetos no geral)”.

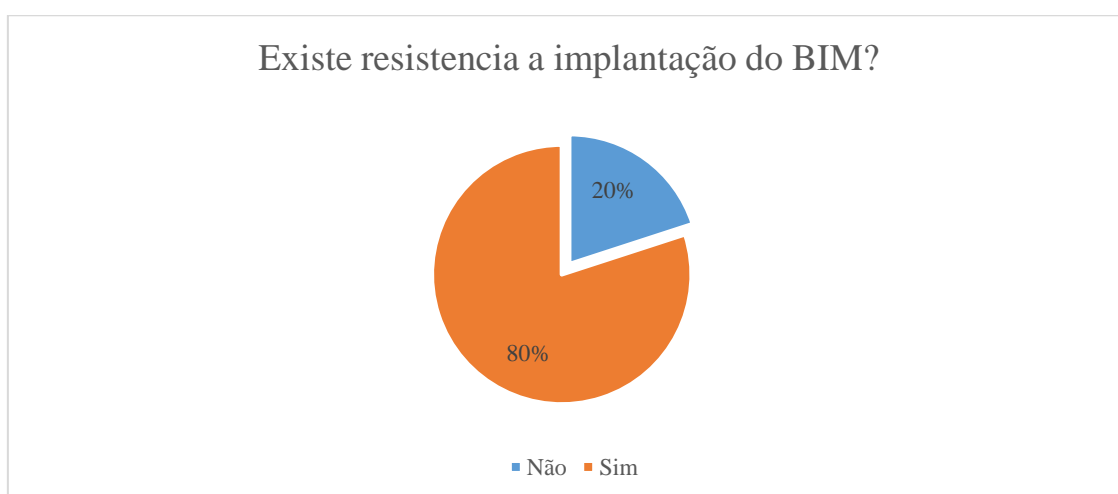


Figura 23: Questionamento acerca da resistência de implantação do BIM - Alunos

Para finalizar o questionário, os alunos foram questionados sobre a possível resistência a implantação do BIM na instituição de ensino a que pertencem. 80% deles acredita que exista, enquanto 20% acreditam que não (figura 23).

É necessário ressaltar que esses 20% estão matriculados em instituições de ensino que já possui algum *software* BIM na grade como parte integrante das disciplinas de desenho digital. Outro ponto importante a ser ressaltado, ainda que exista a implantação nessas instituições de ensino nenhum desses alunos respondeu possuir conhecimento avançados sobre o Autodesk Revit – *software* que responderam ser o utilizado – o que pode indicar uma implantação ainda precária.

- “Acho que por requerer um investimento maior nos computadores para instalação do programa Revit, pois exige uma configuração mais potente dos computadores tornando o investimento maior”.
- “Como no BIM não é árdua a confecção do desenho, tem uma falsa ideia disseminada que o programa dá tudo pronto e os alunos tendem a ficar preguiçosos, dependentes e sem saber a representação básica de projeto”.
- “Maioria dos professores não são aptos para mexer com a ferramenta”.
- “Muitos professores tem preconceito da plataforma BIM”.
- “Custo e profissionais qualificados para tal”.
- “Os custos são altos”.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após a análise do questionário, respondido por professores e alunos do curso de arquitetura e urbanismo, foi possível compreender parte do cenário atual com relação a implantação de novas TICs, a posição dos professores e alunos sobre essas novas tecnologias e a relação dos mesmos com elas. Foi possível constatar que existe a intenção, por parte de alunos e professores questionados, para que exista a inserção de novas TICs, no caso a plataforma BIM, no ensino.

Para os sujeitos desta pesquisa fica claro a observação de que grande parte da resistência, e, portanto, desafios, se encontra no fato de que as instituições de ensino precisam adquirir algum *software* BIM. Além disso, é preciso que existam professores

capacitados – não somente o professor que apresentará a disciplina – de modo que seja possível a interação e integração de saberes ao longo das demais disciplinas do curso. De outro modo, a disciplina de BIM poderia estar fadada a se tornar apenas um intervalo na faculdade de arquitetura e urbanismo onde os alunos aprendem um curso básico de Autodesk Revit. Isso se torna ainda mais evidente quando observado que, mesmo em instituições onde existe a presença de BIM, os alunos não se colocam aptos a responder que possuem conhecimentos avançados sobre a ferramenta.

O ponto mais importante observado está na necessidade de capacitação dos professores. Quando analisado, ficou claro que os professores com mais tempo lecionando estavam desatualizados e com isso possuíam menos conhecimentos sobre a TIC. É preciso que esses professores façam a reflexão constante sobre a sua docência de modo que possam aprender novas tecnologias e com isso auxiliar a aprendizagem e capacitação de seus alunos. O mesmo pode ser dito para os novos docentes, esses, ainda no início de suas carreiras, precisam criar hábito de sempre se reciclarem e conhecerem as novas tecnologias que surgem em seu ramo de ensino.

REFERÊNCIAS

CAIXETA, L. M. **Estudo crítico sobre o uso de ferramentas de modelagens tridimensionais de informações digitais BIM no ensino contemporâneo da arquitetura.** 2013. 175 f., il. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo). Universidade de Brasília, Brasília, 2013.

GIL, A. C. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social.** São Paulo: Atlas, 1999.

MATTAR, F. N. **Pesquisa de marketing: edição compacta.** São Paulo: Atlas, 1996.

MINAYO, M. C. S. O desafio do Conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde. 8 ed. São Paulo: Hucitec, 2004.

RICHIT, A. **Implicações da teoria de Vygotsky aos processos de aprendizagem e desenvolvimento em ambientes mediados pelo computador.** 2005. Disponível em: <http://www.rc.unesp.br/igce/demac/maltempi/cursos/curso3/Artigos/Artigos_arquivos/Artigo%20Vigotsky%20-2004.doc> Acesso em 22 de novembro de 2017.

RODRIGUES, D. S. **O Professor Reflexivo.** Universidade Estadual da Paraíba. 2016.

SANTOS, A. **Até o fim da década, BIM estará em todos os projetos.** 2014. disponível em: <<http://www.cimentoitambe.com.br/ate-o-fim-da-decada-bim-estara-em-todos-os-projetos/>> Acesso em 23 de agosto de 2017.

SILVA, S. M. et al. **O Uso do Questionário Eletrônico na Pesquisa Acadêmica: Um Caso de Uso na Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, II Semead – Seminários em Administração do Programa de Pós-Graduação em Administração da FEA/USP, 1997.** p.408- 421.

SUCCAR, B. **Building information modelling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders.** Automation in Construction v.18. 2009.

VALENTE, J. A. **O computador na sociedade do conhecimento.** Campinas: Unicamp, 1999.

WONG, F, K, W; WONG, A; NADEEM, A. **Government roles in implementing building information modelling systems: Comparison between Hong Kong and the United States.** 2011. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/254190480_Government_roles_in_implementing_building_information_modelling_systems_Comparison_between_Hong_Kong_and_the_United_States> acesso em 5 de julho de 2016

ZEICHNER, Kenneth M. **Reflective teaching: an introduction** / Kenneth M. Zeichner, Daniel P. Liston. Mahwah, N.J.: L. Erlbaum Associates, 1996.

CONSIDERAÇÕES FINAIS SOBRE O CONJUNTO DO TRABALHO

Esta pesquisa propôs investigar os desafios para a implantação da plataforma BIM no ensino de arquitetura e urbanismo. Considera-se que tal objetivo foi alcançado, e por meio dele, foi possível dar prosseguimento aos objetivos específicos e, conseqüentemente, desenvolver produtos educacionais – minicurso e apostila para facilitar a implantação do BIM – que podem ser utilizados por, e para, professores e alunos no desenvolvimento de suas capacidades.

Ao realizar a análise sobre as tecnologias de informação e comunicação no ensino, com ênfase no ensino de arquitetura e urbanismo, foi possível perceber as enormes possibilidades geradas pela utilização de novas TICs no ensino. De modo geral, as novas TICs, fruto de inovações tecnológicas, costumam possuir soluções e possibilidades mais avançadas do que tecnologias anteriores e com isso a sua utilização geram modificações no modo de ensino aprendizagem.

Vygotsky, em sua teoria sócio-histórico-cultural, indicou que o desenvolvimento do sujeito – seja ele professor ou aluno – se dá dentro de um contexto histórico e social. Desse modo, a concepção de desenvolvimento surge por interações sociais, que por sua vez acontecem através de processos de mediação. A gênese de das mudanças que ocorrem nos seres humanos está, segundo o autor, ligada a sociedade que os cerca, seus costumes, cultura e história de vida. Nesse sentido, a vivencia num ambiente tecnológico, seja ele o ambiente escolar ou o ambiente social, é responsável por mediar o desenvolvimento de alunos de modo diferente do que é visto em um ambiente tradicional. As novas tecnologias permitem um novo tipo de aprendizado.

A plataforma BIM, capaz de simular modelos digitais de integração de disciplinas e saberes, tem como foco ser operacional e provisional. A partir do modelo digital paramétrico gerado por um *software* da plataforma BIM – como o Autodesk Revit – o ambiente tridimensional se alia ao ambiente bidimensional característico de plantas e cortes, agindo como uma espécie de estudo integrativo prévio a construção real. Pensando essa integração através da ótica de Vygotsky, aliada aos benefícios da utilização de novas TICs no ensino, se torna bastante claro, inclusive através da análise bibliográfica sobre o assunto em questão, que existem diversas modificações no modo de encarar a relação entre o projeto e o objeto construído e seu ciclo de vida, assim como os desafios volumétricos, topológico e topográfico, gerado pelo manuseio de formas para a solução de situações arquitetônicas.

Outro ponto que foi observado no decorrer desta dissertação é que um dos aspectos principais e facilitadores para a implantação de novas tecnologias de informação e comunicação no processo de ensino aprendizagem se dá pela aceitabilidade do corpo docente em modificar o modo como as aulas e o ambiente de ensino funcionam. Para tanto, é extremamente necessário que cada docente faça constantemente reflexões com relação a sua prática, seus resultados e reverberações, assim como observar as modificações sociais e tecnológicas que acontecem a sua volta de modo que possa absorver novas TICs e práticas de ensino a fim de auxiliar o desenvolvimento dos alunos frente as frequentes inovações existentes no mundo tecnológico.

O estudo apresentou dados que permitiram a reflexão sobre as concepções que professores e alunos possuem sobre novas TICs, em especial sobre a plataforma BIM. De modo geral, ambos estão abertos para a implantação de novas tecnologias no ensino. Quando se trata do BIM, os respondentes encontram pontos em comum no sentido que ambas as categorias de sujeitos se posicionam a favor da implantação da tecnologia, assim como em defender a ideia de que um dos maiores desafios encontrados se dá pela falta de capacitação de professores.

É preciso ressaltar que a pesquisa teve como intuito compreender a posição dos professores e alunos sobre a situação atual das instituições de ensino em que se encontram a inserção de novas tecnologias como é o caso da plataforma BIM, assim como compreender o nível de entendimento geral existente sobre o BIM e como ele foi adquirido. O resultado dessa pesquisa trouxe informações para a confecção dos produtos educacionais.

Após verificar, por meio de questionário, que o principal desafio encontrado se dá pela dificuldade de capacitar os professores do curso de arquitetura e urbanismo no manuseio do BIM, foi desenvolvido um minicurso e apostila para facilitar a implantação do BIM nas instituições de ensino. É importante ressaltar que o produto educacional – minicurso e apostila – tem como intuito serem facilitadores do conhecimento, não tendo aspirações de conseguirem resultados melhores do que a formação efetiva num curso de longa duração sobre a plataforma BIM. Como facilitador, o minicurso e a apostila agem como um primeiro contato geral com essa tecnologia. Desse modo, o produto educacional possui em seu material conteúdo específico a fim de esclarecer e retirar dúvidas, assim como material para a capacitação básica e introdutória do BIM e do Autodesk Revit.

Como considerações finais é importante apontar que, após conhecer a realidade indicada pela pesquisa bibliográfica e através das respostas obtidas através do questionário que compõem essa dissertação, é extremamente perceptível a importância de se promover a formação continuada dos docentes ativos no ensino de arquitetura e urbanismo. Nem todos os docentes possuem as mesmas habilidades e, segundo o estudo, quanto mais tempo de atuação docente mais fácil se tornar estático com relação ao conhecimento que possui e apresenta no ambiente de ensino, com a formação continuada e focada nas inovações pertencentes a novas TICs é possível quebrar velhos preconceitos e formar sujeitos que estejam a par das evoluções tecnológicas de seu tempo.

APÊNDICES



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE GOIÁS
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO *STRICTO*
***SENSU* EM ENSINO DE CIÊNCIAS**
MESTRADO PROFISSIONAL



APÊNDICE A - QUESTIONÁRIO DE PESQUISA

observações introdutórias e explicativas

Olá! Sou Vanderson dos Santos Alves, arquiteto e urbanista, mestrando no programa de pós-graduação stricto sensu em ensino de ciências do mestrado profissional na Universidade Estadual de Goiás (UEG - Unidade Universitária de Ciências Exatas e Tecnológicas). Tenho como orientador o Prof. Dr. Marcelo Duarte Porto (UEG).

Acredita-se que este estudo possa contribuir para a compreensão dos desafios existentes para a implantação de novas tecnologias no ensino. O estudo em questão tem como foco o entendimento dos desafios relacionados a implantação da plataforma BIM (*Building Information Model*) no ensino de Arquitetura e Urbanismo.

O perfil dos(as) respondentes desse questionário é o de estudantes e professores dos cursos de Arquitetura e urbanismo. O objetivo é a obtenção de informações referentes ao conhecimento existente sobre o BIM e suas relações com o curso. Essas informações farão parte da dissertação de mestrado, cujo título é:

DESAFIOS NA IMPLANTAÇÃO DA PLATAFORMA BIM NO ENSINO CONTEMPORÂNEO DE ARQUITETURA.

Procedimentos: A produção de dados implicará no preenchimento de um questionário eletrônico contendo perguntas abertas e fechadas. As informações prestadas serão registradas através de arquivo e serão utilizadas exclusivamente para a finalidade da pesquisa, cujos dados serão analisados e disponibilizados aos participantes sob a forma de artigos a serem submetidos a periódicos científicos ou na disposição da própria tese no sítio oficial da UEG.

Ao responder este questionário, você estará manifestando sua concordância em participar da pesquisa, autorizando o uso acadêmico das informações concedidas, desde que seja mantido o sigilo da sua identidade e a confidencialidade das suas respostas. A participação é voluntária, estando o participante livre para responder ou não a qualquer uma das perguntas do questionário.

- * A participação não envolve benefício direto ao sujeito.
- * Não há despesas ou compensações financeiras.

Você poderá retirar dúvidas sobre a pesquisa a qualquer momento, ou até mesmo solicitar a retirada de suas respostas da pesquisa, caso desista da participação. Para isso, envie e-mail para o pesquisador:

vanderson.alves.arq@gmail.com

Se desejar fazer comentários adicionais com relação a qualquer questão e a qualquer aspecto do questionário, favor fazê-los no campo específico para este fim, ao final do questionário.

Endereço de e-mail *

- PERFIL DO(A) ENTREVISTADO(A)

Etapa voltada para a compreensão do perfil do(a) entrevistado(a).

Observação: Algumas perguntas possuem categorias (ALUNO e PROFESSOR) específicas para o perfil do entrevistado.

1 - Qual o seu estado atual como Arquiteto e Urbanista: *

- a) Estudante de Arquitetura e Urbanismo
- b) Professor(a) de Arquitetura e Urbanismo
- c) Outro:

2 - Instituição de ensino: *

- a) Universidade Estadual de Goiás (UEG)
- b) Faculdade Metropolitana de Anápolis (FAMA)
- c) Centro Universitário de Anápolis (UniEVANGÉLICA)
- d) Universidade Federal de Goiás (UFG)
- e) Outro:

Se marcou a opção (outros), especifique a instituição de ensino:

3 - [ESTUDANTE] - Período letivo:

- a) 1º Período
- b) 2º Período
- c) 3º Período
- d) 4º Período
- e) 5º Período
- f) 6º Período
- g) 7º Período
- h) 8º Período
- i) 9º Período
- j) 10º Período

4 - [PROFESSOR(A)] - Área de atuação docente:

5 - [PROFESSOR(A)] - Tempo de atuação docente:

6 - [PROFESSOR(A)] - Disciplinas que leciona atualmente:

7 - [PROFESSOR(A)] - Tempo de atuação como Arquiteto e Urbanista:

8 - Softwares que utiliza na confecção de projetos: *

(Marque todas as opções que se aplicam).

- AutoCAD

- Autodesk Revit
- Sketchup
- CorelDRAW
- Photoshop
- Outro:

- ASPECTOS GERAIS

Etapa voltada para a catalogação do conhecimento relativo as ferramentas digitais.

9 - Conhece a plataforma BIM? *

Observação: caso a resposta seja negativa (não), o entrevistado pode seguir para a próxima seção (BIM e Ensino).

- a) Sim.
- b) Não.

Se marcou a opção (Sim), especifique qual software da plataforma BIM você está mais familiarizado:

- a) Autodesk Revit
- b) ArchiCAD
- c) VectorWorks

Se marcou a opção (Sim), como descreve os seus conhecimentos sobre esse software:

- a) Avançado
- b) Intermediário
- c) Básico
- d) Insuficiente

10 - Onde aprendeu o software da plataforma BIM?

- a) Na minha instituição de ensino como parte integrante das disciplinas do curso.
- b) Na minha instituição de ensino como curso particular.
- c) Curso particular externo.
- d) Autodidata
- e) Outro:

Se marcou a opção (outro), especifique a situação:

11 - Possuía conhecimentos de CAD antes de aprender algum software da plataforma BIM?

- a) Sim.
- b) Não.

Caso a resposta seja afirmativa (Sim), para você, qual a maior diferença entre projeto apresentados na plataforma BIM com relação aos do CAD tradicional?

- BIM E ENSINO

Etapa voltada para a coleta de conhecimento voltada para a relação entre BIM e ensino.

12 - Acredita que o ensino da plataforma BIM deveria ser feito pela sua instituição de ensino (Faculdade)?

- a) Sim.
- b) Não.

Caso a resposta seja afirmativa (Sim), se possível, justifique a sua resposta:

13 - Acredita que exista uma resistência a implantação do BIM na sua instituição de ensino?

- a) Sim.
- b) Não.

Se possível, justifique a sua resposta:

14 - Acredita que os professores deveriam ser treinados na plataforma BIM?

- a) Sim.
- b) Não.

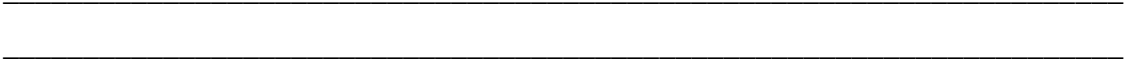
Se possível, justifique a sua resposta:

15 - Hipoteticamente, caso ofertado, participaria de um treinamento, com duração de 4 horas, voltado para a capacitação BIM de alunos e professores: *

- a) Sim.
- b) Não.

Se possível, justifique a sua resposta:

16 - Se desejar fazer comentários adicionais com relação a qualquer questão e a qualquer aspecto do questionário, favor fazê-los neste campo. Muito obrigado pela sua participação.



CARTA DE INTENÇÃO**Minicurso plataforma BIM (Autodesk Revit 2019)**

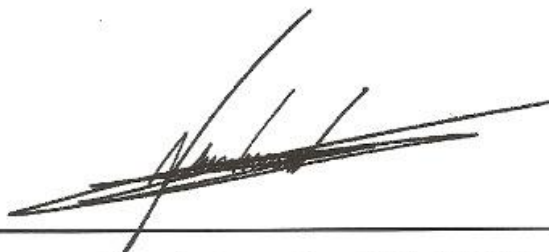
Meu nome é Vanderson dos Santos Alves, arquiteto e urbanista (CAU: A87769-7), mestrando pela Universidade Estadual de Goiás (UEG) no programa de mestrado profissional em ensino de ciências (PPEC). Venho por meio deste expressar minha intenção em realizar um evento gratuito introdutório a plataforma BIM (*Building information model*), com ênfase no software Autodesk Revit 2019, para o curso de arquitetura e urbanismo. Esse evento teria duração de quatro (4) horas com o intuito de capacitar os alunos quanto ao BIM e suas ferramentas básicas. Ao fim desse evento gratuito pretendo entrevistar os alunos com um questionário simples que, a partir da coleta de informações, fará parte integrante da minha dissertação de mestrado de título: DESAFIOS NA IMPLANTAÇÃO DA PLATAFORMA BIM NO ENSINO CONTEMPORÂNEO DE ARQUITETURA. Para a realização desse evento seria necessário à utilização da sala de informática, uma vez que a aula prevê capacidade máxima de 15 alunos, portanto venho pedir a disponibilidade da sala para a coordenação. Acredito que esse evento será benéfico para os alunos de arquitetura e urbanismo, assim como seria de imensa ajuda para a minha pesquisa.

Aguardo uma resposta da coordenação.

RECEBIDO

15/05/19

FACULDADE METROPOLITANA DE ANÁPOLIS
Petrônio Augusto Araújo de Brito
Coord. Curso Arquitetura e Urbanismo - FAMPA



Vanderson dos Santos Alves / CAU: A87769-7