



# A teoria histórico-cultural e o ensino no ambiente tecnológico: aprendizagem arquitetônica na plataforma BIM

## Historical-cultural theory and teaching in the technological environment: architectural learning in the BIM platform

ALVES, Vanderson S. 1; PORTO, Marcelo D. 2; TEIXEIRA, Zenaide D. 3

Recebido: 05/11/2018 • Aprovado: 27/02/2019 • Publicado 25/03/2019

### Conteúdo

1. Introdução
2. Teoria Sócio-histórico-cultural de Vygotski
3. Tecnologias em sala de aula e o modelo de informação simulado
4. Tecnologias de simulação na arquitetura: plataforma BIM e a revolução no paradigma
5. Teoria de Vygotski e o desenvolvimento do sujeito num ambiente de informação simulado
6. Conclusão

Referências bibliográficas

#### RESUMO:

O presente artigo pretende analisar ambientes simulados de convergência de saberes e disciplinas, como a plataforma BIM, no processo de ensino e aprendizagem, utilizando a teoria histórico-cultural como direcionadora no processo ensino aprendizagem. Assim, busca-se também compreender os impactos dessas novas tecnologias no contexto acadêmico e o desenvolvimento do sujeito a partir do contato e internalização dessas tecnologias de criação de modelos de simulação integrativos. Conclui-se com reflexões as resistências e possibilidades no uso de softwares de simulação, tais como a plataforma BIM, em consonância com as proposições de Vygotsky (1998) sobre a aprendizagem mediada por instrumentos e signos.

**Palavras chave:** Tecnologias de informação, Simulação, Vygotsky

#### ABSTRACT:

This article proposes to analyze simulated environments of convergence of knowledge and disciplines, such as the BIM platform, in the teaching and learning process, using historical-cultural theory as a driving force in the teaching-learning process. Thus, it is also sought to understand the impacts of these new technologies in the academic context and the development of the subject from the contact and internalization of these technologies to create integrative simulation models. We conclude with reflections the resistances and possibilities in the use of new technologies, such as the BIM platform, in consonance with Vygotsky's (1998) propositions on learning mediated by instruments and signs.

**Keywords:** Information technologies, Simulation, Vygotsky

## 1. Introdução

O objeto deste trabalho é a análise de ambientes simulados, de modelos de informação, no ensino aprendizagem de arquitetura observada a teoria histórico-cultural que tem em Vygotsky (1998) seu principal representante. Como será possível verificar, ao longo deste trabalho, a construção do conhecimento e a apreensão do mesmo é tão maior quanto mais aprofundado e imerso for o envolvimento do aprendiz com o seu objeto de estudo. Sendo assim, o interesse para esta pesquisa surge da prática docente no ensino da Plataforma BIM (*Building Information Model* – Modelo de Informação da Construção) para Arquitetos e Engenheiros. O interesse veio também do estudo de teóricos que intencionaram trazer luz ao desenvolvimento do sujeito em seu contexto permeado pelos instrumentos e signos construídos por cada sociedade em um dado momento histórico. Vygotsky (1998) foi um desses teóricos que nos possibilitou diversas considerações fecundas, a partir da sua teoria da mediação, e uma possível correlação com o ensino contemporâneo de arquitetura e a implantação de ambientes simulados de modelos de informação.

As tecnologias de informação estão em constante evolução e cada vez mais presentes no cotidiano das pessoas. Computadores pessoais, por exemplo, possibilitaram tamanha flexibilidade, de modo que, qualquer interação virtual pode acontecer quase que instantaneamente conectando pessoas das mais longínquas

regiões do planeta. Devido a essas adições tecnológicas na vida das pessoas, notamos uma mudança comportamental, cognitiva e atitudinal também no universo acadêmico, em praticamente todas as áreas do conhecimento. Costa (2005) enfatiza tais alterações provocadas pelas tecnologias da informação, afirmando que o desenvolvimento tecnológico se torna cada vez mais acelerado, com isso, revoluciona o nosso modo de olhar o mundo, acarretando mudanças nas relações humanas e na produção material.

Segundo a teoria de Vygotsky (1998), o contexto interfere diretamente no desenvolvimento do sujeito. Em um contexto onde a tecnologia evolui constantemente, temos um sujeito que está em constante adaptação e evolução. Esse sujeito coloca-se como um agente interativo nesse processo. Nessa via de mão dupla, onde a tecnologia avança graças às adaptações dele a ela e dela a ele, num processo de mutualidade. Assim sendo, é preciso refletir cada vez mais sobre o papel do professor como mediador no processo de ensino e aprendizagem. As tecnologias ultrapassam os métodos tradicionais de ensino e impulsionam o desenvolvimento do aluno proporcionando-lhe uma crescente autonomia.

Uma característica das tecnologias da informação, que vem contribuindo para as transformações cognitivas que apontamos, é a capacidade de simulação. Pierre Lévi (1993) demonstra 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 e uma crítica para a aprendizagem positivista, compartimentada e não sistêmica. O modelo digital cria a possibilidade de convergir disciplinas num modelo simulado, como é o caso da Plataforma BIM na Arquitetura e Engenharia.

Portanto, o objetivo deste artigo é analisar a utilização de tecnologias de simulação de modelos de informação e sua aplicação em sala de aula. Para tanto a abordagem metodológica ocorreu por meio da pesquisa bibliográfica e análise de artigos já publicados sobre os temas abordados aqui.

---

## 2. Teoria Sócio-histórico-cultural de Vygotski

Vygotsky (1998) argumenta que a gênese das mudanças que ocorrem nos seres humanos, ao longo de seu desenvolvimento, está diretamente relacionada as interações desses sujeitos e ao contexto no qual estão inseridos (sociogênese). Isso inclui costumes, cultura, artefatos, instrumentos e signos. Também a história de vida de cada sujeito (ontogênese), assim como das oportunidades de aprendizagem e situações, que, somadas, são responsáveis pela formação da inteligência e processos de internalização de conhecimento (RICHIT, 2005). Neste sentido, Almeida (2000, p. 34) postula que as relações homem-mundo são sempre mediadas, nunca são diretas:

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.

Vygotsky defende a ideia de que os as funções mentais superiores (FMS) se originam em processos de interações sociais. Esses processos ocorrem por meio de instrumentos e signos que fazem a mediação do conhecimento intercambiado. 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. (RICHIT, 2005)

Em seus estudos Vygotsky mostra que a aprendizagem do sujeito despertará quando houver uma mudança de ambiente. Além disso, ensino e aprendizagem são complementares e interdependentes, não podem ser pensados isoladamente. Ressalta-se a dimensão interacional entre ensino e aprendizagem. Oliveira (1995, p 57), esclarece:

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.

Oliveira (1995) nos ensina ainda que 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. Dentre os principais conceitos da teoria vygotskyana estão: mediação simbólica, signos, sistemas de símbolos, zona de desenvolvimento proximal, e a relação entre desenvolvimento e aprendizado, na qual é o aprendizado que promove o desenvolvimento.

Se pensarmos na mediação em seu nível concreto e instrumental podemos ilustrar com o exemplo do pintor. Ele age sobre a obra por meio do pincel. Isto é, o pincel 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.

Na mediação simbólica, os instrumentos são substituídos por signos, que atuam, de certa forma, 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 promoveu o desenvolvimento social, cultural e intelectual ao longo da história. Ou seja, a partir de um agrupamento de instrumentos psicológicos, ou seja, a partir de um agrupamento de 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 (1998) a linguagem é, em seu sentido amplo, um dos sistemas simbólicos mais importantes. Por meio dela é possível coordenar ações psicológicas como evocar uma memória, organizar pensamentos e conceitos, assim como a possibilidade de expressão social. A linguagem é, portanto, essencial no processo de desenvolvimento. Ela pode significar, a depender do seu uso, uma alavanca ou um freio no desenvolvimento do sujeito.

A zona de desenvolvimento proximal (ZDP) se refere a um intervalo, a uma distância entre o nível de desenvolvimento real (NDR) e o nível de desenvolvimento proximal (NDP). Portanto, a ZDP se localiza entre aquilo que o aluno já sabe, aquilo que foi internalizado, aos conteúdos teórico-práticos que possibilitam realizar certas atividades relacionadas ao assunto sozinho (NDR), e aquilo que o sujeito pode vir a aprender com a ajuda de pessoas, um professor por exemplo, ou um companheiro mais capaz que atuará como mediador (NDP) (VYGOTSKY, 1998).

A partir de uma constatação 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 (1998, p. 89) 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, p. 36) 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 está 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 por meio de sua interação com ambiente 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).

Portanto, 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 atualmente, tem o poder de impulsionar a aprendizagem e o desenvolvimento do sujeito. Isso demonstra que as novas tecnologias necessitam ser estudadas e compreendidas no processo de ensino aprendizagem. Os professores não podem apenas ser transmissores genéricos de conhecimento. Eles devem se utilizar dos instrumentos e signos disponíveis, a partir de uma avaliação do contexto histórico-cultural do aprendiz, para impulsionar a aprendizagem e, conseqüentemente, o desenvolvimento cognitivo do aluno.

---

### **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, em um intercâmbio perene.

Uma vez que essas tecnologias estão presentes no nosso cotidiano, elas também participam do nosso modo de aprendizagem. Como Vygotsky (1998) 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. Neste sentido, o sujeito inserido em um contexto tecnológico trilhará um caminho distinto daquele sujeito m

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, percebe-se 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 que simulam a realidade. Nesses ambientes virtuais de simulação, aumenta a probabilidade de o aluno encontrar significado naquilo que estuda. Assim como aumentam as chances de ele saber a importância do que está estudando e sua aplicação. Assim, ele poderá se sentir 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. Assim, 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 Penteado (2003), apontando que alguns professores seguem numa zona de conforto. Zona essa caracterizada pelo conhecido, onde tudo é previsível e controlável. Para os autores, ainda que insatisfeitos, esses professores não se deslocam para territórios desconhecidos, desse modo, assumindo que, embora o modo como atuam não seja completamente favorável para a aprendizagem, a mudança é sempre complexa e demanda muito esforço.

Richit (2004, p. 12), fazendo uma articulação com a teoria de Vygotsky, propõe 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, 2007). 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 a linguagem de quem o manuseia. Sendo assim, o computador e seu conteúdo precisa ser ajustado ao momento do desenvolvimento cognitivo de cada indivíduo, tanto para àquele que ensina, quanto para àquele que aprende. (JOHNSON, 2001).

Um grande advento das tecnologias da informação é a simulação de modelos digitais. 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. Isso ocorre, por exemplo, em 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 Pierre Lévy (1993, p. 121), 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, definitivamente, à experiência (*big bang* e evolução, por exemplo). Ou 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, p. 122) exemplifica "Programas de projeto auxiliado 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.

Lévy (1993, p. 124), 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).

## 4. Tecnologias de simulação na arquitetura: plataforma BIM e a revolução 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. Na metade do século passado 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. Nele 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 – réguas T, esquadros, compassos etc, precisavam de um treinamento e exatidão artesanal exaustivos para obter o mesmo resultado.

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 pôde-se expandir o conceito desse tipo de simulação levando ao surgimento do *Compute 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).

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. A informatização e os processos digitais, acarretaram em modificações radicais nos procedimentos produtivos, refere Costa (2005). 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 paradigma completamente novo. Kuhn (2000, p. 116), 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 parte 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.

Lévy (1993.p. 122), 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 campos. 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 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).

Ao CAD e a prancheta faltava a sensação de movimentação, tão importante na arquitetura, nos filmes e na vida. Zevi (1996, p. 22), argumenta: "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. É com o surgimento da modelagem digital, gerando volumes sólidos e vazios, se tornou 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 (*Building Information Model* - Modelo de Informação da construção).

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, 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).

---

## **5. Teoria de Vygotski e o desenvolvimento do sujeito num ambiente de informação simulado**

Por meio da teoria histórico-cultural, já explicada neste artigo, Vygotsky (1998) demonstra que o sujeito 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 à prática pedagógica, tem como intuito responder a uma realidade que existe 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 envolvidos 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 à 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 (1998) rejeita a ideia de uma origem meramente biológica para as emoções humanas. Argumenta que as emoções, e todos os estados corporais, são provenientes de todas as experiências vividas no contexto que elas se expressam. A motivação tem também um caráter afetivo emocional. Neste sentido, mudanças no contexto vivencial do sujeito, que façam sentido para ele, podem desencadear o interesse. O aprendizado necessita do interesse para ser otimizado.

Sendo a experiência escolar, umas das experiências mais importantes na formação do sujeito, ela se torna singular e oportuna. A escola age como um importante mediador do conhecimento, a partir de seus professores. Novos métodos utilizados para promover 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 vital para a sobrevivência (LÉVY, 1999).

---

## 6. Conclusão

Após a análise da [teoria Vygotskyana sobre a aprendizagem, e da utilização de novas tecnologias no ensino e aprendizagem e sobre a simulação computadorizada BIM no ensino de arquitetura](#), este trabalho promoveu uma reflexão sobre a utilização e benefícios destas tecnologias de simulação num ambiente escolar.

Foi possível constatar que Vygotsky (1998) postulou a influência do meio sobre o desenvolvimento do indivíduo através da mediação de instrumentos e signos. No que concerne às novas tecnologias informáticas, podemos dizer que o *Hardware* está para o instrumento assim como o *software* está para o signo. O desenvolvimento do sujeito necessita da apropriação dos instrumentos e da internalização dos signos produzidos historicamente e que possuam significado em um contexto sociocultural. Sendo assim, se a aprendizagem não está a contento com o uso de determinados instrumentos e signos, por que não inovar? A partir da mudança para um novo ambiente o sujeito poderá se interessar e, com isso, aprender. Sendo assim é possível buscar as contribuições e atribuições da escola na tarefa de colaborar para a formação dos indivíduos. Preparando-os para agir e interagir em seu meio de forma consciente e planejada em diferentes momentos históricos.

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 estar integrado com o mundo. Temos uma inversão, onde, muitas vezes, os alunos entram em contato com tecnologias mais avançadas que a própria escola tem a oferecer. Mais do que isso, temos situações onde os alunos conhecem ferramentas mais poderosas do que os professores estão habituados a trabalhar.

Para que as escolas 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 27 anos depois. Para que a sala de aula acompanhe as evoluções tecnológicas não se pode contentar apenas com a implantação de uma nova metodologia, mas seguir com o fluxo de desenvolvimento e com isso buscar constantemente a renovação.

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. No Ensino Superior, 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 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. Na maioria das vezes, eles não possuem o requisito fundamental: conhecimento suficiente sobre a plataforma BIM. Contudo, essa resistência pode ser solucionada a partir de oficinas e cursos rápidos, uma vez que a maioria dos professores não faz uso dessa tecnologia por que não sabe como utiliza-la. Bastaria uma maior abertura a um novo paradigma.

A teoria de Vygotsky propõe uma adequação dos métodos utilizados pelos professores no processo de ensino-aprendizagem. Pois, como esse teórico demonstra, 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 construção do conhecimento do aluno.

---

## Referências bibliográficas

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

BORBA, M.C. (Orgs.). Educação matemática: pesquisa em movimento. São Paulo: Cortez, 2004.

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.

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

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, 2007.

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

KUHN, T. S. A estrutura das revoluções científicas. 5. ed. São Paulo: Perspectivas, 2000.

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.

NBIMS. National BIM standards committee. Version 1: Overview, principles, and methodologies. 2007. Disponível em: <[https://www.wbdg.org/pdfs/NBIMSV1\\_p1.pdf](https://www.wbdg.org/pdfs/NBIMSV1_p1.pdf)> Acesso em 19 dezembro de 2017.

OLIVEIRA, M. K de, Vygotsky. Aprendizado e desenvolvimento: um processo Sócio-histórico. São Paulo: editora Scipione, 1995.

RICHI, A. Implicações da teoria de vygotsky aos processos de aprendizagem e desenvolvimento em ambientes mediados pelo computador. Disponível em: <[http://www.rc.unesp.br/igce/demac/maltempi/cursos/curso3/Artigos/Artigos\\_arquivos/Artigo%20Vigotsky%202004.doc](http://www.rc.unesp.br/igce/demac/maltempi/cursos/curso3/Artigos/Artigos_arquivos/Artigo%20Vigotsky%202004.doc)> Acesso em 22 de novembro de 2017.

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

SILVA, C. C. R; PORTO, M. D; MEDEIROS. W. A. de. 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.

SUCCAR, B. Building information modeling framework: a research and delivery foundation for industry stakeholders. Automation in Construction, v. 18, n. 3, p. 357-375, 2008. Disponível em: <[www.elsevier.com/locate/autcon](http://www.elsevier.com/locate/autcon)>. Acesso em 19 dezembro de 2017.

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

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

---

1. Arquiteto e Urbanista. Docente no Programa de Pós Graduação em Ensino de Ciências da Universidade Estadual de Goiás (UEG). [vanderson.alves.arq@gmail.com](mailto:vanderson.alves.arq@gmail.com)

2. Doutor em Psicologia (UnB). Docente no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências da Universidade Estadual de Goiás (UEG). [marcelo.porto@ueg.br](mailto:marcelo.porto@ueg.br)

3. Doutora em Linguística (UnB). Docente no Curso de Pedagogia da Universidade Estadual de Goiás (UEG). [zenaide.teixeira@ueg.br](mailto:zenaide.teixeira@ueg.br)