

COMPLEXIDADE E MEIOS DIGITAIS NO ENSINO-APRENDIZAGEM DE PROJETO DE ARQUITETURA: experimento prático

COMPLEJIDAD Y MEDIOS DIGITALES NO PROCESO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DE PROYECTOS DE ARQUITECTURA: experimento práctico

COMPLEXITY AND DIGITAL MEDIA IN THE PROJECT-BASED TEACHING AND LEARNING OF ARCHITECTURAL DESIGN: practical experiment

MENIN, JULIA

Mestre, Instituto de Arquitetura e Urbanismo - Universidade de São Paulo (IAU-USP), E-mail: julavmenin@alumni.usp.br

TRAMONTANO, MARCELO

Professor Associado, Instituto de Arquitetura e Urbanismo - Universidade de São Paulo (IAU-USP), E-mail: tramont@sc.usp.br

RESUMO

O artigo tem como objetivo investigar como a incorporação de meios digitais nas metodologias de ensino-aprendizagem podem contribuir para a formação de arquitetos e urbanistas com uma visão plural e integradora. Defende que o processo de ensino-aprendizagem de projeto e a prática projetual adotem uma abordagem holística, sistemática e transdisciplinar, visando a produção coletiva do conhecimento e o desenvolvimento de pensamento crítico por discentes, docentes e agentes da comunidade não acadêmica. A metodologia da pesquisa da qual deriva este artigo apoia-se em extensa revisão bibliográfica sobre os temas tratados e, em especial, sobre metodologias ativas de ensino-aprendizagem, e também em um experimento prático, formulado e avaliado através de categorias construídas a partir da literatura, que envolveu diversos pesquisadores e comunidade externa em um processo de projeto, fabricação e montagem de um pavilhão de formas complexas, em escala real. Os resultados demonstram que a organização sistêmica dos participantes, associada à aplicação de metodologias ativas e ao uso de meios digitais, contribui singularmente para a formação de arquitetos e urbanistas dotados de uma visão plural e integradora, através de processos recursivos e dialógicos.

PALAVRAS-CHAVE: ensino-aprendizagem; pensamento; meios digitais; experimento.

RESUMEN

El artículo tiene como objetivo investigar cómo la incorporación de medios digitales en las metodologías de enseñanza-aprendizaje puede contribuir a la formación de arquitectos y urbanistas con una visión plural e integradora. Aboga que el proceso de enseñanza-aprendizaje del diseño y la práctica del diseño adopten un enfoque holístico, sistemático y transdisciplinario, objetivando la producción colectiva de conocimiento y el desarrollo del pensamiento crítico por parte de estudiantes, docentes y agentes de la comunidad no académica. La metodología de investigación de la que se deriva este artículo se basa en una extensa revisión bibliográfica sobre los temas tratados y, en particular, sobre metodologías activas de enseñanza-aprendizaje. También está basada en un experimento práctico, formulado y evaluado a través de categorías construidas a partir de la literatura, que involucró a varios investigadores y la comunidad externa en un proceso de diseño, fabricación y montaje de un pabellón de formas complejas, a escala real. Los resultados demuestran que la organización sistémica de los participantes, asociada a la aplicación de metodologías activas y el uso de medios digitales, contribuye de manera singular a la formación de arquitectos y urbanistas dotados de una visión plural e integradora, a través de procesos recursivos y dialógicos.

PALABRAS CLAVES: enseñanza-aprendizaje; pensamiento; medios digitales; experimento.

ABSTRACT

The article aims to investigate how the incorporation of digital means in teaching-learning methodologies can contribute to the formation of architects and urban planners with a plural and integrative vision. It argues that the teaching-learning process of design and design practice should adopt a holistic, systemic, and transdisciplinary approach, aiming at the collective production of knowledge and the development of critical thinking by students, teachers, and agents of the non-academic community. The research methodology is based on an extensive bibliographic review on the topics covered and, in particular, on active teaching-learning methodologies. In addition, a practical experiment was carried out, formulated and evaluated through categories constructed from the literature, which involved several researchers and the external community in a process of designing, manufacturing, and assembling a pavilion with complex shapes, on a real scale. The results demonstrate that the systemic organization of the participants, associated with the application of active methodologies and the use of digital media, contributes uniquely to the education of architects and urban planners with a plural and integrative vision, through recursive and dialogical processes.

KEYWORDS: teaching-learning; thought; digital media; experiment.

Recebido em: 31/10/2024

Aceito em: 28/07/2025

1 INTRODUÇÃO

A discussão em torno do ensino-aprendizagem de projeto de arquitetura e a proposta de integração entre as disciplinas teóricas e práticas torna-se cada vez mais evidente. Isso ocorre em oposição à abordagem cartesiana de ensino, que estruturou o aprendizado em disciplinas específicas e promoveu um modelo de formação universalista e focado na especialização, em detrimento de uma abordagem holística, mostrando-se, de acordo com Mansur (2015), insuficiente para a formação de Arquitetos e Urbanistas generalistas. Para Rheingantz, Cunha e Krebs (2016)

[...] enquanto os documentos de referência dos arquitetos apontam para um profissional generalista – com formação neo-iluminista – e transdisciplinar – além dos específicos da arquitetura, deve conhecer antropologia, sociologia, economia, psicologia, geografia, etc. – as universidades que abrigam as escolas de arquitetura seguem estruturadas no conhecimento disciplinar e formam profissionais com conhecimentos e saberes cada vez mais compartimentados. (RHEINGANTZ, CUNHA, KREBS, 2016, p. 13).

Segundo Moassab e Name (2020), o ensino de Arquitetura e Urbanismo no Brasil é profundamente influenciado pela colonialidade do saber, que se reflete na pouca discussão sobre a produção arquitetônica. As matrizes curriculares frequentemente desconsideram exemplos do Sul Global, favorecendo predominantemente a arquitetura clássica grega e romana, assim como referências europeias (LARA, 2023; 2021). Adicionalmente, uma subalternização do conhecimento não se encaixa nos padrões científicos da modernidade ocidental, com o saber-fazer ancestral sendo frequentemente ignorado nas escolas de arquitetura (MOASSAB; NAME, 2020). A crítica a esta lógica de dominação também encontra eco na Pedagogia, onde Freire (2018), em sua obra *Pedagogia do Oprimido*, enfatiza a importância da luta contra um ensino opressor, no qual a transmissão de diretrizes culturais específicas é postulada como correta, mesmo sendo estranha à realidade dos grupos que as recebem. Para o educador, é necessário valorizar o conhecimento popular e científico, reconhecendo o potencial das relações sociais e do diálogo como forma de emancipação.

Outro aspecto que tem influência nessa reprodução acrítica de projetos, nas disciplinas dos cursos de Arquitetura e Urbanismo, é o conceito de "modo architectorum" de Bahnham (1999 apud BALTAZAR, 2020), que refere-se à reprodução de prescrições implícitas e não questionadas na produção arquitetônica (BALTAZAR, 2020). Esta abordagem é questionada por criar uma "caixa preta" (JONES, 1992), em que a arquitetura é condicionada a um "estilo certo", enraizado em ideais renascentistas que separam o trabalho intelectual do manual, reforçando a noção de que a arquitetura simboliza poder, desvinculando-se da realidade quotidiana (BALTAZAR, 2020; ZUCCHERELLI, SASTRE, 2019). Este conflito entre a linguagem arquitetônica e novas técnicas construtivas foi exacerbado pela desconexão entre a formação acadêmica e a prática social, levando os estudantes a uma experiência predominantemente teórica em relação aos problemas sociais, sem a oportunidade de aplicar seus conhecimentos e experiências na prática projetual. A ênfase excessiva no projeto arquitetônico contribui para o afastamento dos arquitetos e urbanistas da compreensão de sua prática como uma ação política (RONCONI, 2002).

Bourdieu (2004) analisa a inserção das instituições educacionais em um campo de disputa por capital econômico, social e cultural, no qual diplomas, conhecimento e prestígio são tratados como mercadorias em um mercado regido por oferta e demanda. Tal contexto leva a uma porção expressiva de estudantes e professores a enxergarem a Universidade como um meio de ascensão social, o que se contrapõe à perspectiva de uma formação que valorize o desenvolvimento intelectual e profissional, fundamentada em um compromisso ético, social e político. Este cenário reforça a necessidade urgente e contínua de se reavaliar os modelos de financiamento e gestão das universidades, para garantir que essas instituições possam cumprir seu papel essencial na produção e disseminação de conhecimento de alta qualidade (SANTOS, 2004).

Castro-Gómez (2007) reforça que a formação acadêmica nas universidades e as práticas de pesquisa refletem uma visão de mundo dominada por perspectivas hegemônicas, perpetuando a rigidez das disciplinas científicas e um compromisso com a objetividade. Tavares (2015) complementa destacando como as universidades desempenharam um papel crucial na disseminação de valores europeus e na consolidação da supremacia das ciências experimentais, moldando a construção e difusão do conhecimento em escala global. Adicionalmente e agravando estes aspectos, a proliferação de instituições privadas orientadas pelo lucro, que priorizam a oferta de cursos de baixo custo e alta demanda, frequentemente, em detrimento da qualidade acadêmica e da produção científica, é uma manifestação da mercantilização do ensino superior (SANTOS, 2004). Pereira Filho, Reis, Calil e Halfen (2022) destacam que, principalmente, os cursos de Arquitetura e

Urbanismo, no formato de Ensino à Distância (EAD), estão alinhados ao projeto neoliberal hegemônico, padronizando currículos em escala nacional sem levar em consideração as especificidades regionais e culturais na formação de arquitetos e urbanistas. Segundo os autores, esta modalidade de ensino contribui para a perda de senso de coletividade entre docentes e discentes, especialmente quando são utilizadas aulas assíncronas pré-gravadas. Os autores concluem que há uma elitização na formação de arquitetos e urbanistas e sublinham a necessidade de uma educação voltada para a superação das desigualdades sociais, historicamente produzidas e perpetuadas no Brasil.

A este respeito, retomamos os questionamentos de Moassab e Name (2020, p. 16), indagando

"quais as consequências, então, de uma formação que distancia o/a futuro/a arquiteto/a e urbanista de práticas que, ou jamais serão parte de seu repertório, ou serão deliberadamente desvalorizadas quanto tal? E que, também, não prepara de fato para um diálogo profícuo entre crítica e prática projetiva, colocando-o/a permanentemente em uma condição subalterna e passiva?".

Buscando preencher essas lacunas na formação do Arquiteto e Urbanista, promovidas por um ensino hierárquico e fragmentado, buscamos alternativas no Pensamento Complexo e nas áreas da Pedagogia e Educação, que podem auxiliar na construção de uma perspectiva sistêmica e, portanto, transdisciplinar, que visa a integração entre as disciplinas e as diferentes formas de produzir o conhecimento. O pensamento complexo de Edgar Morin (MORIN, 2001), conforme destacado por Pita (2021), possibilita a compreensão de que todos os atores envolvidos são igualmente relevantes e devem ser considerados de forma equitativa. No processo de construção do conhecimento, é fundamental que os saberes intrínsecos de cada um desses atores sejam valorizados. Essa abordagem implica que o ensino deve incorporar as experiências vividas pelos alunos, além de reconhecer o conhecimento das comunidades não acadêmicas. Lara (2021), ao analisar o impacto da fragmentação e da exclusão de saberes na formação de profissionais de Arquitetura e Urbanismo, sugere que a obra de Paulo Freire talvez não tenha exercido a mesma influência sobre esses profissionais como ocorreu em outras áreas do conhecimento. Segundo o autor, Freire enfatizou a importância de se relativizar a hegemonia da abstração, valorizando a concretude das experiências, o que contrasta com a visão de um arquiteto moderno como um manipulador de espaços abstratos, desconectados da realidade. A fragmentação e a exclusão de saberes alternativos por processos hegemônicos prejudicam significativamente a produção de conhecimento no campo da Arquitetura e Urbanismo.

A crítica apresentada neste artigo se refere ao conjunto de metodologias que, alicerçadas em uma abordagem cartesiana, perpetuam a concepção do arquiteto como um "gênio criativo". Esta compreensão induz a um subjetivismo intuitivo e associa as habilidades arquitetônicas a um dom ou talento inatos, desconsiderando o papel fundamental dos processos pedagógicos na formação de tais competências. Apoando-se no Pensamento Complexo e em perspectivas dos campos da Pedagogia e Educação, e questionando a abordagem cartesiana, desenvolveu-se um experimento prático de projeto e produção de um pavilhão com formas complexas. O experimento foi desenvolvido em um curso de difusão, que é uma modalidade de extensão voltada à disseminação de conhecimento para um público amplo, com carga horária reduzida, esses cursos podem ser presenciais, semipresenciais ou a distância, oferecendo certificado de participação, mas sem titulação acadêmica. O curso foi desenvolvido, por um grupo de pesquisa de uma universidade pública brasileira. Este experimento, parte integrante de quatro pesquisas de mestrado, teve como um dos objetivos, investigar questões relacionadas ao processo de ensino-aprendizagem de projeto com emprego de meios digitais. O experimento buscou implementar uma organização sistêmica e promover uma aprendizagem ativa por meio de metodologias de ensino que utilizam recursos digitais. Os recursos utilizados foram meios de comunicação, modelagem, gestão da informação e fabricação, componentes integradores no processo educacional, cuja importância foi destacada durante a experimentação, produzindo resultados bastante promissores.

2 OS IMPACTOS DA COLONIALIDADE DO SABER E DA FRAGMENTAÇÃO DO CONHECIMENTO NO PROCESSO DE ENSINO-APRENDIZAGEM

A colonialidade do saber desempenha um papel crucial no processo de ensino-aprendizagem e traz implicações significativas para a formação de arquitetos e urbanistas. Moassab e Name (2020) argumentam que essa colonialidade se manifesta na desvalorização e no apagamento de cosmologias e saberes construtivos provenientes de comunidades historicamente marginalizadas. Segundo os autores, paisagens que emergem de lógicas não modernas, especialmente no contexto rural, são frequentemente consideradas

primitivas ou inferiores e, como consequência direta, a produção arquitetônica de suas comunidades permanece invisibilizada. A contribuição das mulheres arquitetas é frequentemente negligenciada, assim como as questões de gênero que influenciam o planejamento e a produção das cidades. Adicionalmente, observa-se uma predominância do uso do concreto armado como única tecnologia construtiva, na qual se alinham os interesses da indústria da construção civil, em detrimento de soluções arquitetônicas mais simples que poderiam elevar a qualidade de vida e o ambiente urbano da maioria da população em cidades brasileiras e latino-americanas.

O conhecimento que não corresponde ao padrão científico da modernidade ocidental é invisibilizado, resultando na falta de reconhecimento do saber-fazer ancestral nos cursos de arquitetura (MOASSAB; NAME, 2020). A influência da colonialidade do saber também se reflete na configuração das disciplinas contemporâneas, conforme argumentado por Santiago Castro-Gómez (2007), que utiliza a metáfora da Estrutura Arbórea. Nesta estrutura, as disciplinas são organizadas em torno de cânones, estabelecendo uma genealogia intra-europeia que consolida uma hierarquia do conhecimento. Botas (2018, p. 79) observa que, "no caso dos exercícios e reflexões projetuais, é evidente um certo descolamento de questões cotidianas, e ainda um enfoque numa abordagem ‘belartista’". Para a autora, persiste uma divisão entre o trabalho intelectual e o manual, o que impede a construção de uma consciência sobre a fragmentação do trabalho do arquiteto, resultando na alienação do trabalho intelectual. Ademais, a especialização dos saberes e a divisão entre planejadores urbanos e arquitetos de edificações limitam a abordagem de problemas intermediários, que poderia favorecer uma relação mais orgânica entre as áreas.

Essas condições, que estão intrinsecamente ligadas ao modo como se ensina e aprende projeto, influenciam o mercado de trabalho, seja de forma conceitual-analítica ou por meio de propostas de projeto que demandam criatividade e inspiração. As faculdades de arquitetura frequentemente reproduzem dinâmicas de poder que tratam os alunos como pessoas a serem ensinadas para avançar gradativamente até se tornarem geniais (BOTAS, 2018). Tais processos resultam em abordagens cada vez mais fragmentadas dentro do espectro curricular, onde as disciplinas são, com frequência, tratadas isoladamente. Nesse contexto, a ação individual ainda prevalece nas narrativas, enfatizando a genialidade inventiva e ignorando as dinâmicas e processos históricos que constituem as figuras excepcionais. De maneira significativa, os currículos altamente consolidados se configuram como um dos maiores obstáculos à transformação educacional. Nas instituições privadas de ensino superior, este problema é exacerbado pela rigidez na definição de grades e conteúdos, limitando a flexibilidade necessária para um ambiente de aprendizado dinâmico e responsável às demandas contemporâneas (BOTAS, 2018).

Retomando a ideia da formação profissional esperada para o Arquiteto e Urbanista contemporâneo, Tavares (2015) enfatiza que a Carta da UNESCO (UIA/UNESCO, 2011) recomenda que os métodos de aprendizagem sejam flexíveis e variados, equilibrando teoria e prática, sem, contudo, especificar quais seriam os mais adequados. Para Tavares (2015), "integrar conhecimentos e conciliar fatores divergentes para a solução de projetos se relaciona à compreensão do processo de projeto como um sistema aberto, que recebe influências de vários campos do conhecimento" (TAVARES, 2015, p. 88). Esta compreensão é fundamental para a formação de profissionais capazes de lidar com a complexidade das realidades contemporâneas. Adiante, neste artigo, serão apresentadas alternativas para promover um ensino mais horizontal, holístico e integrado.

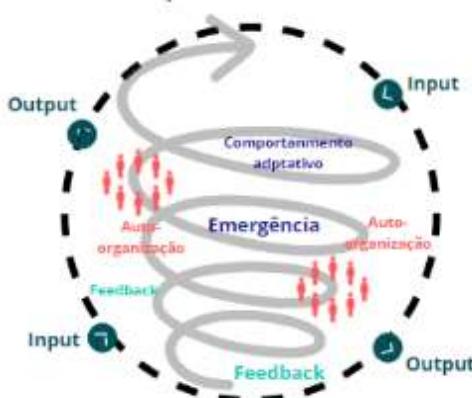
3 ENSINO-APRENDIZAGEM DE PROJETO A LUZ DO PENSAMENTO COMPLEXO

Tavares (2015), ao destacar os trabalhos de Flusser e Lévy, refere-se ao Pensamento Complexo proposto por Edgar Morin como uma abordagem epistemológica que busca superar as limitações do pensamento simplista, fragmentado e linear, características marcantes do pensamento ocidental tradicional. Morin (2001) propõe uma visão integrada, dinâmica e interconectada da realidade, ressaltando a interdependência e inter-relação entre os diversos componentes de um sistema complexo. A complexidade auxilia na compreensão da realidade educacional, que transcende uma visão puramente racional e fragmentada, sendo muito mais imprevisível, desordenada e indeterminada (MORAES, 2010). No campo educacional, Jean Piaget é reconhecido como pioneiro na aplicação do pensamento complexo, ao enfatizar a necessidade de superar a fragmentação do conhecimento (FIEDLER-FERRARA, 2010). A proposta de educação para o segundo milênio de Morin visa uma era planetária, onde o mundo está interconectado e barreiras geográficas não podem reter informações e conhecimentos. Flusser e Lévy, em consonância, apontam a necessidade de criar novos espaços de produção de conhecimento que não sigam estruturas lineares, mas, sim, abertas e emergentes, permitindo fluxos coerentes com o contexto atual (TAVARES, 2015).

O processo de ensino-aprendizagem de projeto arquitetônico é inherentemente complexo, exigindo diversas habilidades manuais, tecnológicas e intelectuais, além de uma sólida base de conhecimentos científicos, técnicos e vivências práticas. A capacidade de comunicação é crucial nesse processo, principalmente para sintetizar esse conjunto de conhecimentos que requer uma mediação pedagógica eficaz, que utilize ferramentas comuns entre educadores e discentes. Para que isto aconteça, um possível caminho é adotarmos os fundamentos do pensamento sistêmico, visando a formação de um arquiteto e urbanista plural, que pressupõe um processo contínuo de mudança, exigindo revisões constantes que estimulem tanto professores quanto alunos. A abolição ou minimização de hierarquias é essencial para promover uma colaboração horizontal, em que todos os participantes do processo educacional contribuam equanimemente para a construção do conhecimento, conforme sugerido por Morin (2003) e Freire (2018). Isto implica reconhecer a importância de todas as disciplinas na formação do arquiteto e urbanista, pondo em questão a centralidade comumente atribuída à disciplina de projeto.

Considerar o processo de ensino-aprendizagem de projeto como um sistema aberto, que mantém trocas constantes com o ambiente, resulta em entendê-lo como capaz de adaptar-se, evoluir e manter um estado de equilíbrio dinâmico, ajustando-se continuamente às mudanças externas por meio de *feedbacks* e autorregulação (MORIN, 1994; BERTALANFFY, 1968). A partir desta dinâmica, é possível considerar outros saberes não hegemônicos na construção do conhecimento. Na Figura 1, criamos um diagrama buscando ilustrar o funcionamento desse sistema, de modo análogo a uma espiral. Sempre que o sistema é influenciado por fatores externos, seja por uma entrada (*input*) ou por *feedback*, ele tende a se reorganizar internamente, buscando um novo estado de equilíbrio. Este processo de auto-organização, juntamente com as interações resultantes, pode dar origem a emergências. Assim, parafraseando Piaget (1999), parte-se do princípio de que toda ação humana, seja um movimento, pensamento ou sentimento, está vinculada a uma necessidade, seja ela elementar ou associada a um interesse ou pergunta. Para o autor, a criatividade e a inovação surgem da busca por soluções para problemas que criam desequilíbrios na estrutura cognitiva do sujeito. Estes desequilíbrios desencadeiam processos mentais, muitas vezes inconscientes, de assimilação e acomodação, que conduzem a um novo estado de equilíbrio. Piaget (1999) sugere que esses processos refletem a evolução das construções cognitivas.

Figura 1: Adaptações do sistema complexo.



Fonte: Autores (2024, adaptado de LUKOSEVICIUS, MARCHISOTTI, SOARES, 2017, p. 460).

De uma perspectiva pedagógica, Lima (2009) considera que o ponto de partida desse ciclo é a identificação de um problema que exija solução. A partir daí, segundo o autor, ocorre a interação entre o aluno, o computador e o professor. Assim, o aluno formula ações para serem executadas pelo computador e, em seguida, reflete sobre suas ideias, realizando ajustes e melhorias com base nos *feedbacks* recebidos. Estes *feedbacks* podem vir tanto das respostas do computador, quanto das intervenções do professor ou dos colegas, promovendo um processo contínuo de refinamento e aprendizagem (LIMA, 2009).

Aprender é um processo evolutivo em espiral, no qual os termos inatos /adquiridos se encadeiam, se permутam e se produzem, desenvolvendo a cerebralização e, por intermédio disso, as competências inatas aptas a adquirir conhecimento. O desenvolvimento das

competências inatas avança em paralelo com o desenvolvimento das aptidões para adquirir, memorizar e tratar o conhecimento, num aprimoramento em espiral que nos permite compreender e interferir no processo, o qual inclui a conjunção do reconhecimento e da descoberta. O desenvolvimento cerebral necessita do estímulo do meio para operar e desenvolver - se, situando-se aí o papel mediador do docente. (MORIN, 2005, p. 69-70 apud ECKER, ORTIZ, 2024, p. 26)

A transformação do papel do docente é igualmente fundamental, o qual passa a desempenhar a função de facilitador e mediador, promovendo um ambiente que favoreça a aprendizagem colaborativa. Esta função de incentivar a circulação da informação é crucial para a adaptabilidade do sistema educacional (BERTALANFFY, 1968). Acerca do ensino-aprendizagem de projetos, à luz dos princípios do Pensamento Complexo, argumenta-se que o conhecimento não deve ser fragmentado em disciplinas que dificultem a conexão entre as partes e a totalidade. Parte-se do entendimento dos impactos do pensamento newtoniano-cartesiano, que favorece um ensino centrado na construção individual do conhecimento, caracterizado por ser individualista e centralizador. Tal abordagem, segundo Morin, limita a visão holística necessária para compreender as situações concretas do nosso cotidiano (CARARO; BEHRENS, 2019). Enfrentar a excessiva especialização e a desvalorização dos saberes não hegemônicos, por meio de estudos sobre o Pensamento Complexo, pode representar um avanço significativo na reflexão, na prática e no ensino-aprendizagem de projetos arquitetônicos de maneira integrada. A seguir apresentaremos os resultados de uma das etapas do experimento didático-pedagógico proposto pelo nosso grupo de pesquisa, onde foi possível explorar, de forma prática, algumas das questões discutidas neste artigo.

4 O EXPERIMENTO

Com o intuito de promover uma ação prática que permitisse experimentar, problematizar, discutir e elucidar questões sobre o ensino-aprendizagem de projeto a partir de uma perspectiva sistêmica e da utilização de ferramentas digitais, o grupo de pesquisa propôs a realização de um experimento estruturado em diversas etapas. O principal objetivo deste experimento foi investigar como a incorporação de meios digitais nas metodologias de ensino-aprendizagem podem contribuir para a formação de arquitetos e urbanistas com uma visão plural e integradora. O experimento buscou validar conceitos oriundos de quatro pesquisas de mestrado e duas pesquisas de iniciação científica, conduzidas pelo grupo, sob a orientação de um professor.

Este artigo discute a segunda etapa do experimento, realizada por meio de um curso de difusão. Seu principal objetivo foi desenvolver um projeto arquitetônico para um pavilhão de pequenas dimensões, com aproximadamente 40m², utilizando modelagem paramétrica e fabricação digital. O projeto teve por objetivo promover momentos de integração entre os usuários da universidade, com atividades de contemplação e socialização. O desafio proposto consistia em desenvolver um pavilhão temporário, capaz de ser montado, desmontado e remontado, o que exigia considerações sobre ligações e vedação. No que cabe as metodologias de ensino-aprendizagem de projeto, os pontos focais foram estimular a reflexão sobre o pensamento complexo e seus princípios matemáticos norteadores e à lógica algorítmica para a geração de formas complexas e promover a redução de hierarquias no processo de ensino, incorporando os meios digitais.

Os objetivos específicos do curso de difusão incluíram: (i) empregar algoritmos de modelagem paramétrica em processos de projeto de arquitetura; (ii) explorar algoritmos de modelagem paramétrica considerando a lógica 173 matemática subjacente ao modelo produzido; (iii) produzir modelos físicos parciais e/ou reduzidos para estudos durante o processo de projeto; (iv) propor uma solução arquitetônica para um pavilhão de pequeno porte, considerando programa, técnicas construtivas e necessidades relativas aos procedimentos de vedação, montagem e desmontagem do objeto arquitetônico projetado; (v) discutir o processo de projeto desenvolvido junto aos participantes do curso; (vi) utilizar metodologias ativas de ensino-aprendizagem de projeto em conexão com os meios digitais.

O curso foi conduzido em um total de doze horas, distribuídas ao longo de três sessões presenciais, realizadas semanalmente no Campus do Instituto de Arquitetura e Urbanismo de São Carlos (USP) e contou com a participação de estudantes de graduação e pós-graduação da universidade e profissionais ligados à arquitetura, não pertencentes ao meio acadêmico. Entre os encontros semanais, esperava-se que os participantes dedicassem um período ao desenvolvimento do projeto. Essa expectativa foi previamente estabelecida e alinhada no primeiro dia do curso, garantindo clareza quanto às demandas e ao comprometimento necessário. No entanto, esse período não foi contabilizado na carga horária oficial. Para apoiar os participantes, os pesquisadores permaneceram à disposição para esclarecimento de dúvidas.

Para a estruturação do curso, foi aplicado um questionário prévio a todos os participantes antes do início das atividades. Dos quinze inscritos, onze responderam ao questionário e os dados coletados mostraram que 45% dos participantes não possuíam familiaridade com impressoras 3D, enquanto 9% desconheciam o funcionamento de cortadoras a laser. Em relação aos aplicativos computacionais de modelagem propostos, 45% dos respondentes não tinham conhecimento prévio do programa Rhinoceros, e 55% desconheciam o plugin Grasshopper. Entre os que já haviam tido algum contato com estes programas, aproximadamente um terço declarou possuir apenas um nível básico de conhecimento.

Considerando o tempo reduzido e o nível de conhecimento dos participantes, os pesquisadores responsáveis pelo experimento prático selecionaram materiais de estudo para embasar a atividade. Esse conjunto incluiu tutoriais do software a ser utilizado, instaladores dos programas necessários para as ferramentas de fabricação digital e artigos científicos que abordavam a fundamentação teórica sobre o uso de meios digitais no desenvolvimento de projetos. Com o objetivo de garantir a preparação prévia dos participantes, todo o material foi disponibilizado com uma semana de antecedência por meio de um e-mail informativo, que continha instruções detalhadas e acesso aos arquivos armazenados no Google Drive. Essa abordagem permitiu que os alunos desenvolvessem maior autonomia no processo de aprendizagem, explorando os conteúdos no próprio ritmo, enquanto os encontros presenciais foram dedicados à aplicação prática e ao esclarecimento de dúvidas, favorecendo uma participação mais ativa e colaborativa no processo de criação arquitetônica com ferramentas digitais.

Os equipamentos utilizados no curso de difusão, como a impressora 3D e a cortadora a laser, estiveram disponíveis durante os encontros presenciais. Para uso fora desses momentos, foi necessário realizar reserva prévia, garantindo o acompanhamento de um dos pesquisadores envolvidos no experimento. Além disso, os materiais para a fabricação dos modelos reduzidos, incluindo papel Paraná, cola, régua e estilete, foram disponibilizados aos participantes. A aquisição desses insumos contou com o apoio financeiro de instituições de fomento, tais como CCEX, CAPES, FAPESP e CNPq.

4.1 Perspectiva sistêmica e transdisciplinar no processo de ensino-aprendizagem

A construção dos pilares metodológicos deste curso foi fundamentada no Pensamento Complexo, buscando articular as metodologias de ensino-aprendizagem com as propostas pedagógicas e da Educação, especialmente as ligadas ao Construtivismo de Piaget. Foram exploradas alternativas para promover uma abordagem de ensino problematizadora, conforme defendida por Freire (2018), e reflexiva, conforme os princípios de Schön (2000), com vistas a integrar os meios digitais no processo de ensino-aprendizagem de projeto arquitetônico. Tal perspectiva baseia-se no princípio de que todos os participantes do experimento, incluindo os monitores, deveriam contribuir de forma igualitária e horizontal na construção do conhecimento, evitando a criação de hierarquias. Dada a diversidade de perfis dos participantes e seus conhecimentos prévios sobre os meios digitais, foi incentivada a formação de grupos heterogêneos, levando-se em consideração diferentes níveis de formação acadêmica, experiência prática e instituições de origem. Os participantes foram organizados em três grupos, compostos por três ou quatro integrantes cada.

No primeiro encontro presencial, foram apresentados aos participantes os pilares metodológicos que fundamentaram a estruturação do curso de difusão. Esses pilares incluíram a abordagem sistêmica e transdisciplinar, a utilização de meios digitais e a aplicação de duas metodologias ativas de ensino-aprendizagem: Aprendizagem Baseada em Projetos (BENDER, 2014) e Sala de Aula Invertida (BARCELOS; BATISTA, 2019). Em seguida, foram introduzidas ancôra¹ e a questão motriz² do experimento, direcionando os grupos para diferentes focos de investigação: um grupo dedicou-se aos princípios de montagem e desmontagem, enquanto outro concentrou-se na resolução da integração do envelope como sistema, ambos alinhados às pesquisas que embasaram o experimento. O terceiro grupo, teve o desafio de desenvolver ambas as questões projetuais. Todos os grupos partiram de uma mesma base de programação (algoritmo).

Visando evitar a predominância de aulas expositivas tradicionais, optou-se por uma estrutura didática com *inputs* curtos e uma alternância entre teoria e prática projetual. Os monitores assumiram um papel de facilitadores do aprendizado, sendo responsáveis por esclarecer dúvidas sobre os programas utilizados e garantir a circulação da informação, assegurando que não houvesse a dominância de um participante sobre os demais. A transdisciplinaridade foi uma característica intrínseca da metodologia aplicada, visto que o processo projetual exigia a integração de conhecimentos de diversas áreas, como matemática, técnicas construtivas e estratégias de projeto.

4.2 Meios digitais como parte da metodologia de ensino-aprendizagem de projeto

O desenvolvimento dos meios digitais, sua promoção de um processo dialógico e contínuo e a perspectiva do Pensamento Complexo, integrados ao processo de ensino-aprendizagem de projeto, apontam um caminho possível para que o arquiteto possa lidar com um número cada vez maior de informações, sobretudo no que tange à sua capacidade de expandir o processo projetual, ao reconhecer outros agentes neste sistema. Respalamos-nos nos argumentos de Tavares (2015), que reforça que o uso imperativo de computadores ao longo da formação é enfatizado pela Carta da UIA/UNESCO de 1996. A utilização de meios digitais no processo de ensino-aprendizagem de projeto — modelos digitais, físicos e simulações — permitem uma avaliação contínua do projeto, possibilitando a identificação de questões complexas e tomadas de decisão fundamentadas. Para Zardo, Mussi, Silva (2019, p. 156): “desse forma, tem-se o contexto digital como um recurso promissor, que vai além da mera representação gráfica de uma ideia e que inicia um processo de mudança da forma como os projetos são desenvolvidos.”

Na dinâmica proposta para o curso de difusão, a utilização dos meios digitais foi fundamental para que a abordagem sistêmica sustentasse a metodologia de ensino-aprendizagem. Assim, a exploração dos meios digitais foi promovida como lócus central da produção do projeto. Os meios digitais foram organizados em quatro grupos essenciais, observados no Quadro 1.

Quadro 1: Categorização dos meios digitais explorados na segunda etapa do experimento.

Comunicação, Modelagem, Gestão da Informação e Fabricação

Comunicação: Foi criado um grupo no WhatsApp para facilitar o diálogo contínuo entre todos os participantes, promovendo um ambiente de comunicação fluida e colaborativa. Também foi incentivado que os participantes que não residiam na mesma cidade utilizassem dos recursos de comunicação síncrona com vídeo para trabalharem de forma colaborativa no projeto, entre os encontros presenciais.
Modelagem: A modelagem paramétrica foi explorada por meio de programas como Rhinoceros e seu plugin Grasshopper. Foram fornecidos tutoriais para que os participantes pudessem adquirir um conhecimento prévio e aprofundado dessas ferramentas, permitindo um engajamento mais efetivo no processo digital de projeto.
Gestão da Informação: A plataforma Miro foi utilizada como um “dashboard” colaborativo, estimulando todos os participantes a contribuir na construção do conhecimento de forma organizada e acessível. Além disso, uma pasta no Google Drive foi disponibilizada para armazenar e compartilhar todos os arquivos do projeto, assegurando que a informação de cada grupo estivesse sempre acessível a todos os participantes.
Fabricação: Ferramentas como a cortadora a laser e a impressora 3D foram incorporadas ao processo digital de projeto. Essas tecnologias permitiram a retroalimentação constante do processo projetual, evidenciando questões construtivas e facilitando a materialização das ideias, o que reforça a conexão entre o conceito projetual e sua viabilidade técnica.

Fonte: Autores (2024).

O pressuposto fundamental da proposta foi que o processo de ensino-aprendizagem de projeto deixasse de ser linear e fragmentado (Figura 3), fator que distancia o desenvolvimento da planta baixa da modelagem tridimensional e da fabricação, sendo os meios digitais comumente utilizados apenas como ferramentas para representação gráfica. Nesta dinâmica, estruturada nos ideais belartistas, geralmente o modelo reduzido (maquete) é solicitado apenas como produto final do processo, condição que impossibilita que sua produção evidencie questões construtivas e formais que possam aprimorar as soluções encontradas.

Figura 3: Abordagem fragmentada e linear no processo de ensino-aprendizagem de projeto de arquitetura.



Fonte: Autores (2024).

Para Sedrez e Celani (2014), o modo de projetar contemporâneo valoriza a habilidade lógica do arquiteto ao trabalhar com elementos geométricos necessários para o desenvolvimento do pensamento projetual com o apoio da computação. Nesse contexto, “as habilidades cognitivas de percepção do arquiteto são uma condicionante a ser explorada, nos métodos contemporâneos de projeto, pois contribuem com a criação e a descoberta de soluções, formas, padrões. Assim, um método pedagógico coerente com as ferramentas paramétricas pode estimular o desenvolvimento de habilidades cognitivas de arquitetos imersos em um ambiente digital.” (SEDREZ, CELANI, 2014, p. 82).

O arquiteto contemporâneo precisa ser capaz de lidar com muitos equipamentos e aplicativos de comunicação digital e, ao mesmo tempo, ser capaz de coordenar o fluxo de toda essa informação para transformá-la em algo que venha a ser construído. Este arquiteto deve ser um profissional com formação transdisciplinar e sólidos conhecimentos em tecnologias digitais, características que impõem a necessidade de uma revisão do processo de formação dos profissionais do projeto, no sentido de capacitá-los verdadeiramente para enfrentar os desafios de processos digitais de projeto. (CARVALHO, SAVIGNON, 2012, p. 8)

Segundo Tramontano (2021), a inclusão da modelagem paramétrica em disciplinas de projeto, articulada à fabricação digital, teve início, no Brasil, nos últimos anos da década de 2000. As máquinas disponíveis eram grandes, caras, lentas e exigiam manutenção dispendiosa, o que dificultava sua adoção por muitas instituições. Além disso, os processos de fabricação digital eram, em geral, demorados, resultando em listas de espera para os alunos e grupos, mantendo a produção dos modelos físicos ou componentes construtivos apartados do processo de projeto. Da mesma forma que os programas computacionais haviam sido incluídos na lógica pretérita da representação analógica, a produção de modelos por fabricação digital permanecia percebida como apenas uma produção mais precisa de maquetes físicas. Estas limitações perpetuaram o distanciamento entre o ambiente de projeto em ateliê e as dinâmicas de fabricação digital, sem sua integração às fases de concepção do projeto. Com os avanços tecnológicos, essas máquinas tiveram seu tamanho reduzido, não precisando mais permanecer restritas aos chamados laboratórios de fabricação digital (TRAMONTANO, 2021).

No Brasil, muitas unidades de ensino já possuem máquinas de fabricação digital. Em que pesem as dificuldades para aquisição, gestão e manutenção, há um problema na forma como os alunos utilizam estas ferramentas, como, por exemplo, as cortadoras a laser e impressoras em 3D, muitas vezes utilizadas apenas como um estilete digital (PASSARO, HENRIQUES, 2015), deixando de explorar todo o potencial de fabricação de modelos físicos e de criação de componentes construtivos e ligações com formas inovadoras. Tal postura revela o não entendimento das potencialidades destas técnicas e equipamentos, ilustrando a subutilização e subvalorização dos meios digitais na concepção e representação de projetos. Acreditamos que a raiz deste problema firma-se na abordagem conceitual e metodológica do ensino adotado, e não nas tecnologias em si (NATIVIDADE, DIAS, 2016). Para Malard e Tramontano (2020), não faz sentido utilizar os meios digitais para substituir ferramentas antigas de representação, como maquete física e o desenho bidimensional em CAD. Diante da crítica de que as transformações promovidas pela incorporação de recursos computacionais na arquitetura ainda são limitadas e não conseguiram impactar significativamente o ensino de graduação (FLORIO, 2013), a proposta do experimento realizado busca reverter essa lógica. O processo sistêmico de ensino-aprendizagem de projeto assume a exploração dos meios digitais como parte intrínseca do seu desenvolvimento. Isto acontece porque *feedbacks*, sejam eles das máquinas ou de outros agentes externos, são as ações que causam desequilíbrio no sistema, que, por sua vez, procura se auto-organizar. Esta perspectiva afasta o discurso cartesiano que separa o aprendiz do objeto de estudo e segue o alerta de Papert (1988), de que a aprendizagem é facilitada quando ela ocorre através de dinâmicas de modelos e assimilações. Parafraseando o autor: “qualquer coisa é simples se a pessoa consegue incorporá-la ao seu arsenal de modelos; caso contrário tudo pode ser extremamente difícil” (PAPERT, 1988, p. 13).

A partir desta perspectiva, foi proposto uma metodologia de ensino-aprendizagem de um processo digital de projeto conforme diagramada na Figura 4. Incentivou-se que a exploração dos meios digitais se configurasse também como um *locus* de produção projetual, onde questões poderiam emergir num processo recursivo, uma vez que, de acordo com Morin e Moigne (2000), todo produto é produtor daquilo que o produz, uma vez que é a partir das retroações que ele alimenta o processo.

Figura 4: Proposta sistêmica e transdisciplinar no processo de ensino-aprendizagem de projeto de arquitetura.

Abordagem sistêmica e transdisciplinar

Meios digitais como parte do processo de ensino-aprendizagem - Demanda pensamento sistêmico

Produto final é fruto de processo de projeto digital que envolve abordagem sistêmica transdisciplinar e metodologias que incentivam a produção do conhecimento através da prática



Fonte: Autores (2024).

4.3 Resultados

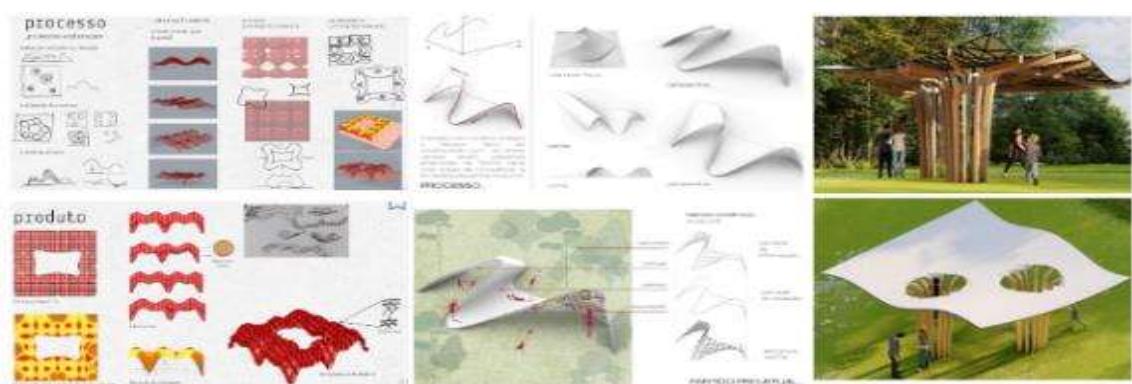
Embora o curso de difusão se configure como uma das etapas do experimento em curso no grupo de pesquisa, sua realização foi essencial para possibilitar a validação de aspectos e propostas pertinentes à perspectiva de ensino-aprendizagem de projeto discutida neste artigo. A partir dos resultados, foi possível identificar tanto as potencialidades, quanto os desafios inerentes à aplicação de uma abordagem sistêmica, transdisciplinar e digital no processo de formação do arquiteto e urbanista.

A proposta metodológica adotada procura se distanciar da tradicional formação belartista, que enfatiza o gênio criativo. Em contrapartida, sugerimos uma alternativa que pressupõe a explicitação dos objetivos, valorizando um processo recursivo e dialógico. Neste cenário, para o exercício projetual do curso de difusão, que exigia a convergência de demandas advindas de diferentes pesquisas e a disponibilidade de recursos materiais nos laboratórios da instituição, foi proposto que os alunos concebessem uma modelagem que integrasse tanto algoritmos já discutidos e disponibilizados previamente, quanto novas lógicas algorítmicas.

Mesmo partindo de uma base comum de programação, os resultados formais e construtivos variaram, conforme visualização nas Figuras 5. Apesar dos meios digitais terem sido centrais ao processo, os croquis à mão também foram amplamente utilizados para clarificar soluções projetuais, demonstrando como o processo dialógico exigiu que a maioria dos participantes rompesse com a lógica tradicional de pensar, ou seja, primeiramente em planta baixa e, posteriormente, na volumetria. Os grupos um e dois, responsáveis por investigar, respectivamente, as soluções para vedação e estrutura de forma separada, tiveram seus resultados impactados devido a uma falha na impressora 3D, impedindo a produção dos módulos reduzidos do sistema de vedação. Consequentemente, ao final do processo, ambos os grupos apresentaram soluções voltadas à estrutura e aos princípios de montagem e desmontagem do pavilhão.

O terceiro grupo, cujos participantes possuíam maior experiência na utilização de programas de modelagem computacional, conseguiu avançar no desenvolvimento, propondo soluções tanto para a estrutura quanto para a vedação. No entanto, enfrentaram os mesmos entraves dos grupos um e dois, o que resultou na produção apenas dos modelos reduzidos da estrutura.

Figura 5: Resultados projetuais dos grupos um e dois e três, respectivamente.



Fonte:

Registros do grupo de pesquisa Nomads.usp (2024).

Ao longo dos encontros presenciais, os participantes reconheceram a importância da retroalimentação contínua do processo, que elucidou questões como a escolha de materiais, sistemas de ligação e a compreensão de lógicas matemáticas para a manipulação da forma. Essas questões só puderam ser identificadas a partir da produção de modelos reduzidos ao longo do processo projetual, conforme ilustrado na Figura 6. A materialização das geometrias projetadas foi viabilizada pela inserção de ferramentas digitais no ensino-aprendizagem de projeto, as quais foram incorporadas e incentivadas em função da metodologia adotada. A transdisciplinaridade almejada na formação de arquitetos tornou-se evidente, reforçando a premissa de que esse processo gera reflexões que não emergiram em propostas de ensino-aprendizagem isoladas. O projeto, assim, se consolidou como o ponto de interseção entre diferentes áreas do conhecimento.

Figura 6: Processo de montagem dos modelos reduzidos.



Fonte: Registros do grupo de pesquisa Nomads.usp (2024).

Os pilares metodológicos adotados demonstraram-se direcionadores eficazes para garantir o cumprimento de todos os objetivos específicos desenhados para o experimento prático realizado no curso de difusão. As dinâmicas propostas e o processo explicitado permitiram que os participantes reorientassem suas estratégias e buscassem soluções para os desafios emergentes ao longo do processo. Esses desafios, tanto de ordem projetual (encaixe das peças, proporção do pavilhão, ordem de montagem) quanto relacionados aos equipamentos necessários para a testagem e validação das propostas (falha da impressora 3D), foram abordados de maneira iterativa, em consonância com os princípios das metodologias ativas de ensino-aprendizagem e do uso de meios digitais no processo educativo.

Assim como proposto pela metodologia Aprendizagem Baseada em Projetos, ao final do experimento, os grupos de alunos participaram de uma discussão coletiva e de uma avaliação individual, essenciais para o desenvolvimento metodológico. A metodologia proposta para o curso de difusão foi percebida como clara e eficaz por 90,9% dos participantes. A respeito das dinâmicas de grupo, alguns desafios derivaram da utilização de computadores individuais, o que gerou certa dificuldade em promover discussões integradas. Além disso, foi relatado que o conhecimento avançado de alguns participantes sobre as ferramentas de modelagem os favoreceu na manipulação do algoritmo. Assim, foi possível observar a formação de subsistemas focados em questões específicas, ou seja, enquanto alguns participantes do grupo manipulavam os parâmetros, outros buscavam materiais e soluções construtivas, mas sem que se configurassem hierarquias. Isto foi entendido como uma auto-organização advinda de uma emergência. Em relação à utilização de meios de modelagem digital, os participantes apresentaram dificuldades em se familiarizar com o programa *Grasshopper*, e em compreender a lógica dialógica de projeto por meio de processos algorítmicos.

Quanto à transdisciplinaridade, a integração de princípios matemáticos ao processo projetual foi amplamente reconhecida como benéfica, embora a falta de domínio dos aplicativos de modelagem paramétrica tenha dificultado a aplicação dessa lógica por parte de alguns participantes. Sobre a contribuição dos meios digitais, houve consenso sobre o papel positivo que desempenharam no desenvolvimento do projeto, promovendo maior autonomia e integração, permitindo o compartilhamento de informações e facilitando o trabalho colaborativo, aspecto fundamental para a prática profissional na arquitetura.

As tecnologias de fabricação digital desempenharam um papel fundamental no curso, apesar dos desafios técnicos encontrados com a impressora 3D, o que ecoa os obstáculos identificados por Passaro e Henriques (2015) em relação à manutenção e acessibilidade de aparelhos de manufatura digital. Foi através da criação

de modelos reduzidos que os entraves construtivos foram identificados e, por meio de um mecanismo de *feedback*, puderam contribuir com a retroalimentação do processo projetual.

Diante da impossibilidade de utilizar a impressora 3D, os grupos precisaram adaptar seus projetos para serem produzidos com a cortadora a laser. Esta mudança forçou os participantes a explorar a concepção de peças planas e a enfrentar novos desafios construtivos. O processo exigiu que os grupos desenvolvessem métodos alternativos para a categorização e montagem das peças. Durante essa fase, surgiram questões metodológicas importantes, como por exemplo, o tamanho inadequado dos perfis para montagem e desmontagem, fato que inviabilizou a montagem de algumas estruturas propostas.

5 CONCLUSÃO

Este artigo visou discutir os impactos e a importância da integração dos meios e processos digitais no ensino-aprendizagem de projeto na formação do arquiteto, sob a ótica do Pensamento Complexo. As abordagens teóricas, consonantes com a perspectiva de Bertalanffy (1968), nos permitem enxergar o processo de ensino-aprendizagem como um sistema aberto e transdisciplinar, associado ao experimento realizado como verificação prática das questões discutidas. Evidenciou-se a relevância da adoção de uma pedagogia que exponha os estudantes a desafios reais e que promova a aplicação prática do conhecimento teórico, elementos fundamentais para uma formação arquitetônica mais inclusiva, capaz de conciliar inovações tecnológicas com práticas tradicionais, ampliando as possibilidades de criação e construção.

A proposta subjacente a essa metodologia é a de não hierarquizar e não desconsiderar os diferentes tipos de conhecimento. A incorporação de saberes não hegemônicos e a valorização de técnicas vernaculares poderiam, potencialmente, enriquecer a prática. Nesta dinâmica, parafraseando Freire (1996), "quem ensina, aprende ao ensinar; e quem aprende, ensina ao aprender". Neste sentido, a formação arquitetônica não deve apenas capacitar o estudante a resolver problemas, mas também a refletir criticamente sobre o processo, estabelecendo um ciclo contínuo de aprendizado e aprimoramento.

6 REFERÊNCIAS

BARCELOS, G. T.; BATISTA, S. C. F. Ensino híbrido: aspectos teóricos e análise de duas experiências pedagógicas com sala de aula invertida. **Renote**: Novas Tecnologias na Educação, [S.L.], v. 17, n. 2, p. 60-75, 23 ago. 2019. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. <http://dx.doi.org/10.22456/1679-1916.96587>. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/index.php/renote/article/view/96587/54187>. Acesso em: 15 mar. 2022.

BASTOS, F. B. C. C. Santiago Castro-Gómez: uma introdução aos debates pós-coloniais. **Revista Simbiótica**, [s. l.], v. 5, p. 172-180, jan-jun/2018. Disponível em: <https://repositorio.unicamp.br/acervo/detalhe/1214108>. Acesso em: 11 jul. 2024.

BERTALANFFY, L. V. **General System Theory**: Foundations, Development, Applications. New York: George Braziller, 1968. Disponível em: https://monoskop.org/images/7/77/Von_Bertalanffy_Ludwig_General_System_Theory_1968.pdf. Acesso em: 31 ago. 2024.

BOURDIEU, P. **Usos sociais da ciência**: por uma sociologia clínica do campo científico. São Paulo: Unesp, 2004. 88 p.

BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Brasília, 5 out 1988. Disponível em: Acesso em: 10 out. 2014.

BRASIL. **Resolução n. 7, de 7 de dez. de 2018**: estabelece as diretrizes para a extensão na educação superior brasileira e regimenta o disposto na meta 12.7 da lei n.13.005/2014, que aprova o Plano Nacional de Educação-PNE 2014-2024 e dá outras providências; 2018. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=104251-rces007-18&category_slug=dezembro-2018-pdf&Itemid=30192. Acesso em: 5 out. 2022.

CARARO, J. F. J.; BEHRENS, M. A. Metodologia ativa de aprendizagem fundamentada no pensamento complexo: uma vivência no curso de Arquitetura e Urbanismo. In: SEMINÁRIO PROJETAR, 9., 2019, Curitiba. **Anais** [...]. Curitiba: UFRN, 2019. p. 1-14. Disponível em: http://projedata.grupoproyetar.ct.ufrn.br/dspace/bitstream/handle/123456789/1294/_65_Metodologia%20ativa%20de%20aprendizagem_viv%C3%A1ncia%20na%20arquitetura_02%2009%2019_revisado.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 25 fev. 2023.

CARVALHO, R.; SAVIGNON, A. O professor de projeto de arquitetura na era digital: desafios e perspectivas. **Gestão e Tecnologia de Projetos**, v. 6, n. 2, 2012. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/gestaoeiprojetos/article/view/51007>. Acesso em: 15 jan. 2023

ECKER, E. C. do A.; ORTIZ, S. R. L. METODOLOGIA ATIVA APLICADA: Um relato de ensino e aprendizagem do curso de Arquitetura e Urbanismo no Centro Universitário Belas Artes de São Paulo. **Arte 21**, [S. I.], v. 17, n. 2, p. 24-39, 2024. DOI: 10.62507/a21.v17i2.424. Disponível em: <https://revistas.belasartes.br/arte21/article/view/424>. Acesso em: 5 set. 2024.

FIEDLER-FERRARA, N. O pensar complexo: construção de um novo paradigma. **VIRUS**, São Carlos, v. 1, n. 3, p. 1-20, jan. 2010. Disponível em: https://repositorio.usp.br/directbitstream/3c3a85eb-8919-4d06-9ca6-e68926718c3c/1_pt.pdf. Acesso em: 26 out. 2024.

FLORIO, W. O croqui no atelier de projeto: desafios no ensino de arquitetura na era digital. **Revista Brasileira de Expressão Gráfica**, [S.I.], v. 1, n. 1, p. 50-76, 2013. Disponível em: <<https://goo.gl/49CXAc>>. Acesso em: 9 jan. 2024.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia**: saberes necessários à prática educativa. 25. ed. São Paulo: Paz e Terra, 2002. Disponível em: <https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/5019418/mod_resource/content/1/Pedagogia%20da%20Autonomia%20-20livro%20completo.pdf>. Acesso em: 25 fev. 2023.

FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. 65. ed. Rio de Janeiro/São Paulo: Paz e Terra 2018. Disponível em: <https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/6021142/mod_resource/content/1/E4%20-%20Texto%201.pdf>. Acesso em: 25 fev. 2023.

LIMA, M. R. **Construcionismo de Papert e ensino-aprendizagem de programação de computadores no ensino superior**. 2009. 143 p. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação Processos Sócio-Educativos e Práticas Escolares, Departamento de Educação, Universidade Federal de São João Del-Rei, São João Del-Rei, PR, 2009. Disponível em: https://aprendizagemcriativa.org/sites/default/files/2020-11/Construcionismo_de_Papert_e_Esino_Aprendizagem_de_Programao_de_Computadores_no_Esino_Superior.pdf. Acesso em: 20 out. 2024.

LUKOSEVICIUS, A. P.; MARCHISOTTI, G. G.; SOARES, C. A. P. Panorama da complexidade: principais correntes, definições e constructos. **Sistemas & Gestão**, [S.L.], v. 11, n. 4, p. 455-465, 31 maio de 2017. Laikos Serviços Ltda. <http://dx.doi.org/10.20985/1980-5160.2016.v11n4.1157>. Disponível em: <https://www.revistas.uff.br/sg/article/view/1157/552>. Acesso em: 06 out. 2024.

MALARD, M. L.; TRAMONTANO, M. Buscando o que ainda não existe. **VIRUS**, n. 20, 2020. [online]. Disponível em: <http://www.nomads.usp.br/virus/virus20/?sec=2&item=1&lang=pt>. Acesso em: 22 Jul. 2020.

MANSUR, A. F. U. Ambientes complexos e redes sociais na educação: a complexidade como novo paradigma no processo de ensino aprendizagem. In: PEIXOTO, G. T. B.; BATISTA, S. C. F.; AZEVEDO, B. F. T.; MANSUR, A. F. U. **Tecnologias digitais na educação**: pesquisas e práticas pedagógicas. 23. ed. Campus dos Goytacazes: Essentia, 2015. p. 115-131. ISBN 978-85-99968-49-9. Disponível em: <https://editoraessentia.iff.edu.br/index.php/livros/article/view/978-85-99968-49-9/4346>. Acesso em: 6 mar. 2023.

MOASSAB, A.; NAME, L. **Por um ensino insurgente em arquitetura e urbanismo**. Foz do Iguaçu, PR: Edunila, 2020. E-book (372p.) ISBN: 978-65-86342-09-3. Disponível em: <https://portal.unila.edu.br/editora/livros/e-books/porumensinosite.pdf>. Acesso em: 31 ago. 2024.

MORAES, M. C.; NAVAS, J. M. B. **Complexidade e transdisciplinaridade em educação**: teoria e prática docente. 1. ed. Rio de Janeiro: Wak, 2010. 264 p.

MORIN, E. **A cabeça bem feita**: repensar a reforma, reformar o pensamento. 8. ed. Rio de Janeiro: Bertrand, 2003.

MORIN, E. **Ciência com consciência**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1994.

MORIN, E. **Introdução ao pensamento complexo**. Porto Alegre: Sulina, 2001.

MORIN, E.; LE MOIGNE, J. **A Inteligência da Complexidade**. São Paulo: Petrópolis, 2000.

NATIVIDADE, D.; DIAS, S. Traçando linhas digitais sobre ensino de arquitetura no Brasil. In: IV ENANPARQ - ENCONTRO DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PESQUISA E PÓS GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA E URBANISMO, 4., 2016, Porto Alegre. **Anais** [...]. Porto Alegre: ANPARQ, 2016. Disponível em: <https://www.anparq.org.br/dvd-enanparq-4/SESSAO%2039/S39-04-NATIVIDADE,%20V,%20DIAS,%20S.pdf>. Acesso em: 15 abr. 2023.

PAPERT, S. **Logo: Computadores e Educação**. Brasiliense: São Paulo, 1988.

PASSARO, A.; HENRIQUES, G. C. Abrigos sensíveis, do método ao conceito, superando a instrumentalização. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DA SOCIEDADE IBEROAMERICANA DE GRÁFICA DIGITAL, 19., 2015, Florianópolis. **Proceedings** [...]. São Paulo: Editora Blucher, 2015. p. 94-100. Disponível em: <http://pdf.blucher.com.br.s3-sa-east-1.amazonaws.com/designproceedings/sigradi2015/30155.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2023.

PEREIRA FILHO, Z. R.; REIS, M. C. P. L.; CALIL, M. R.; HALFEN, V. Educação S/A: hegemonia de EaD em arquitetura e urbanismo no Brasil. **VIRUS**, n. 24, 2022. [online]. Disponível em: <<http://www.nomads.usp.br/virus/papers/v24/680/680pt.php>>. Acesso em: 29 mar. 2023.

PITA, J. V. C. **Colaboração comunitária em obras públicas através do uso da Modelagem de Informação da Edificação (BIM)**. 2021. 340 f. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) – Instituto de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2021. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/102/102132/tde-21012022-121553/publico/TeseCorrigidaJulianoVeraldodaCostaPita.pdf>. Acesso em: 01 maio 2023.

RHEINGANTZ, P. A.; CUNHA, E. G.; KREBS, C. M. Ensino de projeto de arquitetura no limiar do século XXI: Desafios frente às dimensões ambiental e tecnológica. **Revista Projetar - Projeto e Percepção do Ambiente**, [S. l.], v. 1, n. 1, p. 12-25, 2016. DOI: 10.21680/2448-296X.2016v1n1ID18367. Disponível em: <https://periodicos.ufrn.br/revprojetar/article/view/18367>. Acesso em: 9 abr. 2023.

RONCONI, Reginaldo. **Inserção do Canteiro Experimental nas Faculdades de Arquitetura e Urbanismo**. São Paulo: USP, 2002. TD.

SANTOS, B. S. **A gramática do tempo**: para uma nova cultura política. São Paulo: Cortez, 2006.

SANTOS, B. S. **A Universidade no século XXI**: para uma reforma democrática e emancipatória da universidade. 3. ed. São Paulo: Cortez, 2004.

SASTRE, R. M.; ZUCCHERELLI, M. O ensino-aprendizagem do (processo de) projeto de arquitetura. **OBSERVATÓRIO DE LA ECONOMÍA LATINOAMERICANA**, [S. l.], v. 22, n. 9, p. e6829, 2024. DOI: 10.55905/oelv22n9-160. Disponível em: <https://ojs.observatoriolatinoamericano.com/ojs/index.php/oelv/article/view/6829>. Acesso em: 11 out. 2024.

SCHÖN, D. A. **Educando o profissional reflexivo**: um novo design para o ensino e a aprendizagem. Porto Alegre: Artmed Editora, 2000. 256 p.

SEDREZ, M.; CELANI, G. Ensino de projeto arquitetônico com a inclusão de novas tecnologias: uma abordagem pedagógica contemporânea. **PosFAUUSP**, [S. l.], v. 21, n. 35, p. 78-97, 2014. DOI: 10.11606/issn.2317-2762.v21i35p78-97. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/posfau/article/view/84355>. Acesso em: 15 jul. 2022.

SOBRAL, R.; AZEVEDO, G; GUIMARÃES, M. Design Methods Movement: as origens das pesquisas sobre métodos de projeto. Arruda, Amilton J. V. (Org.) **Design & Complexidade**. São Paulo: Blucher, 2017. p. 27-42. Disponível em: <https://openaccess.blucher.com.br/article-details/design-methods-movement-20244>. Acesso em: 05 mar. 2023.

TAVARES, M. C. P. **Formação em arquitetura e urbanismo para o século XXI**: uma revisão necessária. 2015. 164 f. Tese (Doutorado) - Curso de Arquitetura e Urbanismo, Instituto de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Carlos, São Carlos, 2015. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/102/102132/tde-31072015-084800/publico/Tesemariaceciliatavaresfinal.pdf>. Acesso em: 31 ago. 2024.

TRAMONTANO, M. O ensino de projeto e o digital: notas sobre futuros possíveis. **Arcos Design**, v. 14, n. 1, p. 48-59, 2021. Tradução. DOI: <https://doi.org/10.12957/arcosdesign.2021.66272>. Disponível em: <https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/arcosdesign/article/view/66272>. Acesso em: 10 out. 2022.

UIA/UNESCO. **Carta para formação dos arquitetos**. Edição Revisada. Tóquio, 2011. Disponível em: <https://www.cialp.org/documentos/1439567302V4pFQ3qn3Jd55EK0.pdf>. Acesso em: 31 ago. 2024.

ZARDO, P.; MUSSI, A. Q.; SILVA, J. L. da. Tecnologias digitais no processo de projeto contemporâneo: potencialidades e desafios à profissão e à academia. **Ambiente Construído**, [S. l.], v. 20, n. 2, p. 425–440, 2020. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/index.php/ambienteconstruido/article/view/90873>. Acesso em: 15 mar. 2023.

NOTAS

¹ A informação que atua como disparador para o início do projeto é denominada âncora. Segundo Bender (2014), essa informação pode assumir diversas formas, como uma notícia, uma publicação científica ou uma aula, destacando a aplicação prática do projeto a ser desenvolvido.

² A questão motriz é estabelecida para orientar e dar focos aos aprendizes no desenvolvimento do projeto (BENDER, 2014).

NOTA DO EDITOR (*): O conteúdo do artigo e as imagens nele publicadas são de responsabilidade dos autores.