

A mão superada pela ortogonalidade cartesiana das máquinas

Revisando o papel da fabricação digital nos laboratórios didáticos de Arquitetura e Design

Guilherme **Almeida de Souza**

Universidade de São Paulo • **Brasil**
guilherme.almeida.souza@usp.br

Resumen

Tras aproximadamente dos décadas de implantación de las técnicas de fabricación digital en los laboratorios didácticos de Arquitectura y Diseño, este ensayo analiza críticamente su papel desde una perspectiva pedagógica. Se presenta la herencia doblemente cartesiana de las máquinas de control numérico computarizado (CNC): por un lado, como herencia técnica vinculada a su fundamento mecánico – la conjunción ortogonal de rieles lineales controlados por computadora, equivalente a los ejes de la geometría analítica de Descartes; por otro, como herencia epistemológica, al inducir una automatización de la producción que reproduce el dualismo cartesiano, jerarquizando el cuerpo como mero ejecutor y promulgando su obsolescencia como tal. Se argumenta que, aunque la fabricación digital amplía las posibilidades constructivas y permite ciclos iterativos rápidos, su uso didáctico puede reforzar la idea de que el proyecto se resuelve en el dominio mental, relegando la fabricación a una etapa posterior automatizada. Se sostiene que la mano hábil desempeña un papel activo en la configuración del proyecto y en la comprensión de sus detalles. Se propone una articulación crítica y complementaria entre técnicas digitales y tradicionales, desafiando la jerarquización cartesiana y reafirmando el papel del cuerpo en la cognición.

Palabras clave: Fabricación digital; manejo; cognición corporizada; enseñanza del proyecto

Resumo

Após cerca de duas décadas de gradual implantação das técnicas de fabricação digital nos laboratórios didáticos das graduações em Arquitetura e Design, este ensaio busca analisar criticamente o papel dessas novas técnicas sob uma lente, sobretudo, pedagógica. Apresenta-se a herança duplamente cartesiana das máquinas de comando numérico computadorizado (CNC) – primeiro, como herança técnica relacionada ao seu fundamento mecânico: a conjunção ortogonal de trilhos lineares, controlados por computador, que equivalem aos eixos imaginários da geometria analítica de Descartes; depois, como herança epistemológica, ao induzir uma atitude de automatização da produção que reproduz o dualismo cartesiano, hierarquizando o corpo como mero executor e decretando sua obsolescência como tal. Argumenta-se que, embora a fabricação digital amplie possibilidades construtivas e permita ciclos iterativos rápidos, seu uso didático pode reforçar a ideia de que o projeto se resolve integralmente no domínio mental, relegando a fabricação a uma etapa posterior automatizada. Defende-se que a mão habilidosa é capaz de desempenhar papel ativo na configuração do projeto; e que portanto carrega consigo parte importante da compreensão de seus detalhes. Uma abordagem pedagógica é proposta, visando articular criticamente técnicas digitais e tradicionais em regime de complementaridade, desafiando a hierarquização cartesiana e reafirmando o papel do corpo na cognição.

Palabras clave: Fabricação digital; manufatura; cognição corporificada; ensino de projeto

Abstract

After approximately two decades of the gradual implementation of digital fabrication techniques in Architecture and Design teaching laboratories, this essay aims to critically examine the role of these technologies from a primarily pedagogical perspective. It presents the doubly Cartesian legacy of computer numerical control (CNC) machines: first, as a technical legacy related to their mechanical foundation – the orthogonal conjunction of computer-controlled linear rails, equivalent to the imaginary axes of Descartes' analytic geometry; second, as an epistemological legacy, insofar as it induces an automated approach to production that reproduces Cartesian dualism, hierarchizing the body as a mere executor and enacting its obsolescence as such. The paper argues that, although digital fabrication expands constructive possibilities and enables rapid iterative cycles, its pedagogical use may reinforce the notion that design is entirely resolved within the mental domain, relegating fabrication to a subsequent automated stage. It contends that the skillful hand plays an active role in shaping the project and therefore embodies an essential part of understanding its details. A pedagogical approach is proposed to critically articulate digital and traditional techniques in a complementary framework, challenging Cartesian hierarchies and reaffirming the role of the body in cognition.

Keywords: *Digital fabrication; manufature; embodied cognition; design education*

1. Introdução

É amplamente conhecida no campo da Arquitetura e do Design a presença e a importância dos ateliês, ou laboratórios didáticos, na formação do profissional de projeto. Se verifica essa preocupação nas escolas do século XX mais influentes para a prática e a formação nesse campo – na faculdade alemã Bauhaus, de 1919, o Vorkurs (curso básico) formava uma sensibilidade material e dava condições de admissão nos ateliês, onde a prática guiava os estudos projetuais. Nas soviéticas Vkhutemas, de 1920, semelhante ênfase foi dada às oficinas, ambientes de desempenho de uma inteligência material ligada ao trabalho e à produção. Nesses dois casos, formadores do conceito de modernidade no campo pedagógico das disciplinas de projeto, se reafirma um entendimento já presente longamente na história da arquitetura: a construção de modelos e sua manipulação, em regime de analogias com o edifício construído (enquanto representação), constitui um campo de tensionamentos onde a configuração de elementos de um projeto ocorre (Souza, 2024). A mão que desenha, produz maquete, operacionaliza a escala e ensaia possibilidades, no fazer compartilha autoria com a mente, e não apenas executa seus comandos; porque, paralelo ao entendimento analítico e conceitual, há um espaço de ordem tátil que tem elevado peso na deriva processual que constitui o projeto.

Este entendimento, particular do campo, coexiste com a influência mais ampla da filosofia dualista de Descartes, que separa fundamentalmente a mente do corpo, estabelecendo a submissão do segundo pelo primeiro. Se desdobra socialmente na baixa valorização e remuneração dos trabalhos mais próximos da manualidade, submetidos, como meros executores, a outros profissionais com atividades “mais mentais” – de planejamento, análise, cálculo e retórica. A influência cartesiana, hegemônica no pensamento ocidental desde o século XVII, nos entrega como principal modo de estar no mundo a ideia de que nossos espíritos habitam a mente, que por sua vez é sustentada por um corpo que lhe oferece informações pelos sentidos e recebe simples comandos de ação. Essa influência pesa também no campo da Arquitetura e do Design, dando origem à concepção ingênua de que o projeto ocorre inteiramente na imaginação mental do profissional, que desenha apenas para comunicar essa “ideia de projeto” a outros. Em contraste, um exame do processo de projeto renderia muitas oportunidades de entender que é na multiplicidade de diferentes desenhos e esquemas representacionais cumulativamente mais refinados que o projeto é determinado. Esses dois entendimentos, embora opostos, convivem no nosso campo, disputando espaço e protagonismo num jogo entre a imagem que arquitetos e o designers têm socialmente e a maneira como seu trabalho realmente se dá.

Desde então, e na maior parte do período anterior, as escolas de Design e Arquitetura mantêm os espaços de configuração material de projetos (os ateliês, as oficinas, os laboratórios didáticos) presentes

como elemento indispensable da formação. E nas últimas décadas esses espaços têm sido o cenário de um novo capítulo dessa dialética, proporcionado pelo avanço das técnicas de fabricação digital. A possibilidade de conformar um objeto a partir de sua representação digital começou com as máquinas CNC, acrônimo para comando numérico computadorizado, desenvolvidas pela primeira vez durante a guerra fria, nos Estados Unidos. Inicialmente disponíveis em maquinário pesado de usinagem metálica, seu uso foi circunscrito às indústrias até meados dos anos 2000, quando os equipamentos de fabricação digital adquirem tamanhos menores e alcançam popularidade com um público mais amplo. Até a década seguinte, cortadoras laser, impressoras 3D e fresadoras CNC passam a entrar em laboratórios didáticos como os FabLabs, nas faculdades e escolas de nível básico, primeiramente nos Estados Unidos e, por influências diversas, também na Europa e América Latina. Salas equipadas para produzir objetos tiveram interesse pedagógico renovado quando a tecnologia do controle numérico abriu novas potencialidades construtivas, inspirando vozes de uma pedagogia que, por vezes, chega a sugerir tensionamentos do dualismo cartesiano. Valoriza-se mais as aprendizagens significativas e o aprender fazendo, reconhecendo, em certa medida, o valor do corpo em experiência direta com a matéria como instrumento de aprendizagem (Souza, 2024).

Söderberg (2013) conta essa história pela perspectiva do trabalhador que deixa de ter o domínio sobre os modos de fazer associados às operações industriais de usinagem. A inovação decisiva que determinou o sucesso das tecnologias CNC foi a possibilidade de substituir o conhecimento do fazer, detido pelo trabalhador industrial, pelo software feito para rodar nas máquinas. Sob forma digital, esse conhecimento é apropriado e reproduzido pela classe gerencial nas fábricas, acirrando ainda mais a fronteira da alienação do trabalho. Quando na escola, por vezes desconsidera-se o saber específico associado ao uso correto, consciente e intencionado das ferramentas mais simples, endossando o estigma que associa tal saber a atividades de menor valor. Dessa forma se constata um afastamento do conhecimento tácito e corporificado dos mestres mecânicos provocado pela adoção das técnicas de fabricação digital, via software.

Por outro lado, afastamento semelhante é promovido por uma via de hardware. O inventário de ferramentas que se portava nas mãos de trabalhadores especializados passa a ser adaptado para o movimento por braços automatizados, que são em geral conjuntos de motores acoplados a trilhos ortogonais, numa configuração que reproduz a geometria analítica desenvolvida, não por acaso, no trabalho matemático de Descartes. Reafirmando a superioridade do intelecto, as máquinas CNC presumem superar a mão hábil do mestre, oferecendo precisão, reprodutibilidade e versatilidade. Em troca disso, a mão que determina e desenha a forma passa a fazê-lo com mouse e teclado, imersa num modo de representação generalizado do software de modelagem, limitada à visualidade como único canal perceptivo. Esse afastamento entre o objeto em sua configuração material e o sujeito que projeta, dado pela substituição da mão sábia pelo movimento rigidamente cartesiano, é tomado como linha central desta análise, que busca avaliar o papel das tecnologias de fabricação digital no contexto do ensino e aprendizagem de Arquitetura e Design.

2. A mão superada pela ortogonalidade cartesiana das máquinas

O universo das máquinas de fabricação digital se multiplica em uma infinidade de possibilidades diferentes, todas compartilhando uma mesma origem técnica. A invenção do motor de passo trouxe a possibilidade de controle preciso, por computador, de sistemas mecânicos que já eram conhecidos; entre eles, o movimento linear sobre trilhos. A articulação do controle por computador de um motor que aciona o deslizamento retilíneo de uma carga através de correias ou fusos estabelece um elemento que mostra grande versatilidade e utilidade, abrindo possibilidade de acoplamentos que se provam ainda mais úteis. Dezenas de configurações geométricas de trilhos lineares e outros elementos de precisão são possíveis; dentre elas, as largamente mais comuns são denominadas, apropriadamente, cartesianas. Ao associar um trilho horizontal com outro a noventa graus, dois motores são capazes de alcançar qualquer

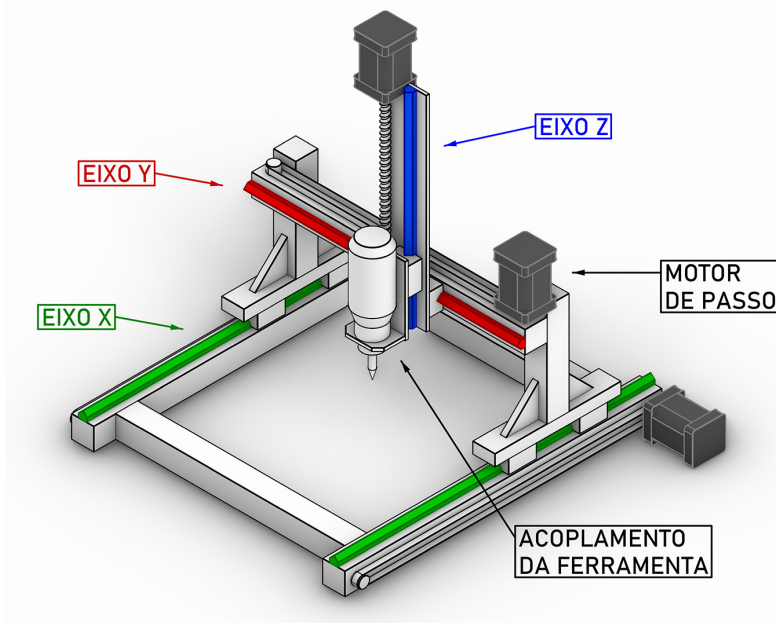


Figura 01

Esquema construtivo genérico de uma máquina CNC do tipo cartesiana, demonstrando seus elementos fundamentais: os eixos ortogonais e os motores de passo. O mesmo esquema construtivo está presente em cortadoras a laser, fresadoras CNC, impressoras 3D e muitas outras variações, a depender do tipo de ferramenta acoplada em sua extremidade útil

Fonte: do autor

ponto dentro de determinados limites retangulares no plano cartesiano – é como se configuram as plotters e as cortadoras laser, que executam desenhos bidimensionais. Com um terceiro trilho, na vertical, se reproduz os eixos X, Y e Z do espaço cartesiano, permitindo a tipologia das impressoras 3D e das routers CNC. O que determina que tipos de materiais podem ser utilizados, e de que formas, é a ferramenta acoplada às suas extremidades de ação. Um bico quente que derrete e deposita plástico em camadas é uma opção de fabricação aditiva, pois trabalha com a adição de material – constituindo, assim, a impressora 3D de plásticos. Uma fresa, ao contrário, é uma opção subtrativa, pois remove matéria de um bloco para sobrar apenas aquilo que interessa na forma, de maneira semelhante a como um escultor entalha a pedra.

A fabricação digital é cartesiana, portanto, por uma herança técnica e outra epistemológica. Trata-se de herança técnica porque opera nas três retas reais ortogonais que são fundantes da mesma geometria analítica que possibilita as representações digitais – o espaço (ou o plano) cartesiano. É o domínio representacional da álgebra linear que permite o controle de cada um dos componentes do movimento das máquinas, intermediado pelo modelo computacional. Ao mesmo tempo, trata-se de herança epistemológica pois reproduz, incorporada nessa técnica, o dualismo cartesiano que hierarquiza o corpo sob o agenciamento direto da mente. A principal vantagem das técnicas digitais de fabricação é dispensar a mão habilidosa para propor um fluxo de trabalho em que a representação digital pode ser diretamente transposta em materialidade. O equívoco aí está em entender que a representação digital corresponderia à mais perfeita imagem possível do que a mente determina, e que portanto esse caminho seria o mais direto – em suma, que a fabricação digital poderia, simplesmente, trazer ao mundo a sua ideia com a maior fidelidade. Transpõe-se assim o adágio “penso, logo existo” para “penso, logo faço existir”.

No contexto da indústria, em que a produtividade e a impessoalidade da operação são prioritárias, a fabricação digital se viu ocupando cada vez maiores partes dos processos produtivos, sempre onde a flexibilidade de desenho da peça é um requisito, já que processos digitais costumam ser mais caros, em escala, do que processos massificados. Máquinas como essas exigem menor formação para serem operadas (quando se trata de executar programas já determinados) do que ferramentas tradicionais, e podem trabalhar com menores restrições de arbitrariedade formal. Sob o ponto de vista industrial, se justifica portanto a substituição do trabalho manual em determinadas operações como um simples barateamento ou padronização. No contexto da escola, no entanto, uma avaliação mais abrangente deve ser considerada, porque a tarefa educativa tem objetivos diferentes. Interessa perguntar: o que se perde, pedagogicamente, quando se abandona o cultivo da mão habilidosa envolvida nos processos de fazer, substituindo-a pelo braço robótico controlado por computador? Somente a partir daí é possível avaliar se, de fato, a mediação digital nos processos de criação e construção constitui uma verdadeira aproximação com a realidade material da fabricação ou se, pelo contrário, opera um afastamento em direção a abstrações da ordem da mente, como as necessárias nos procedimentos de modelagem digital.

Para o dualismo cartesiano, que considera o corpo um mero executor do desígnio mental, não haveria problema em afastar-se da manualidade. Se a máquina executa mais fielmente o que a mente determinou através da representação digital, acolher essas novas formas de fabricação parece inofensivo, mesmo no contexto do ensino e aprendizagem. Em favor das CNC pesa também um argumento pedagógico muito corrente, que reproduz o mesmo dualismo: são as habilidades mais mentais, como as de concepção e planejamento, que presumivelmente constituem a finalidade da educação em direção à emancipação humana. Elas que devem ser treinadas na escola – no caso, desenhar e planejar para a execução automatizada é o objetivo pedagógico prioritário; ocupar-se de aprimorar a execução é dispensável. Neste cenário, a pedagogia do design e da arquitetura está bem posicionada para oferecer o argumento contrário: se o projeto se faz durante a produção de desenhos, modelos e maquetes (e não como produto inteiramente mental) é porque há algo de inventivo ocorrendo para além dos limites do encéfalo. Em todo o resto do indivíduo também se expressa uma inteligência articulada com a experiência de estar no mundo. Disso decorre que desenhar distante do contato com os materiais do projeto costuma ter resultado deficiente ou drasticamente diferente do esperado. Consultando as neurociências, as abordagens enativas dão suporte à suspeita: o fenômeno da consciência emerge de um complexo sistema de interações que envolve todo o corpo, não é uma coisa que habita o cérebro isoladamente, recebendo percepções e comandando movimentos (Lakoff, Johnson, 1999).

Então, recuperando a pergunta que orienta o fio crítico deste escrito: o que se perde ao adotar a fabricação digital em substituição às técnicas tradicionais nos laboratórios didáticos de Arquitetura e Design? – Grande parte das lições da mão. Cárcamo (2021) defende o uso do neologismo *manuagem*, em oposição ao habitual equívoco presente na nomenclatura das disciplinas de desenho nos currículos – linguagem arquitetônica ou linguagem visual. A linguagem, como se constata pela etimologia no português e no espanhol, é condicionada pela língua, órgão singular. Só pode se estruturar a partir de uma sequência de sons linear e extensa no tempo. Em oposição, a *manuagem* seria o homólogo epistemológico da linguagem, fundado nas mãos, órgãos gêmeos de expressão tridimensional e apreensão simultânea. É na *manuagem* que se expressaria a inteligência distintiva associada às sensibilidades mais afinadas ao corpo, aquelas ligadas aos processos de fabricação tradicionais, onde a perícia perceptiva alia-se aos mais sutis e intencionais movimentos de mãos experientes. A prática aliada à experiência sensível constitui possibilidade de reflexão estimulada pelas condições materiais próprias da situação de projeto, portanto alcança compreensões mais completas e resultados mais conscientes. Com a priorização da fabricação digital nos laboratórios didáticos, mantém-se apenas a dimensão perceptiva da mão como “fiel da balança”

ao avaliar uma peça executada automaticamente; no entanto, perde-se sua dimensão propriamente criadora, momento em que o desenho de projeto se manifesta mais diretamente na forma.

3. As coisas têm espessura

Constatadas as limitações e armadilhas cognitivas associadas à fabricação digital, resta a questão de como lidar com sua presença. Os avanços constantes da tecnologia, muitas vezes implacáveis e embrutecedores, recontam o antigo mito de Pandora. As CNC saíram da caixa em definitivo, e agora vivemos num mundo em que as coisas podem ser "impressas" a partir de suas representações computadorizadas. Uma vez fora da caixa, essas máquinas seguirão presentes e em uso, fora ou dentro do ambiente didático. Não se sustenta, a longo prazo, qualquer atitude de banimento ou repúdio completo. As novas técnicas têm vantagens amplas, trazendo maneiras muito convenientes e rápidas de obter modelos de estudo. Encontrar espaço adequado para elas no ambiente didático deve evitar as abordagens excessivamente otimistas, frequentemente irrefletidas e propícias aos diagnósticos de obsolescência de tudo que veio antes. Deve também perceber que, no caminho entre a "ideia de projeto" e sua materialização proporcionada pela fabricação digital, não ocorre apenas a remoção de um elemento considerado intermediário, a mão hábil; ocorre também a necessária introdução de outro elemento, esse sim verdadeiramente terceiro: a representação digital tridimensional ou bidimensional.

Essa, como qualquer representação, substitui o representado, mas apenas parcialmente. Baseado na geometria analítica, o modelo digital herda o rigor e a precisão matemática, porém tende a ser excessivamente idealizado. Arestas são perfeitamente afiadas, faces ortogonais são obtidas instantaneamente, superfícies podem ter curvaturas arbitrárias ao mesmo tempo que espessura infinitesimal. A percepção primordial de tamanho, para além das medidas numéricas, se perde totalmente: basta um deslize com as pontas dos dedos e o modelo se amplia e se comprime na tela, desorientando uma avaliação que se dá fundamentalmente na relação comparativa com o corpo. Dentro da compreensão desses limites, todavia, há muito a se aproveitar, pois o tensionamento entre uma representação computadorizada e seu equivalente no mundo material, como proporcionado rapidamente pelas técnicas digitais, permite uma validação sensível a cada mudança incremental no projeto. Articular esse tensionamento oferece uma boa oportunidade de aprendizagem, aprimorando a compreensão de como operar as traduções entre o representado e o executado. No processo, esses dois universos devem ser mantidos próximos para que não se perca de vista a ancoragem imperfeita da realidade material: as coisas têm espessura, têm flexibilidade, peso, temperatura e resistência. Encaixes necessitam de folgas, nenhuma superfície é perfeitamente lisa, nem são perfeitamente paralelas as duas faces de uma mesma chapa industrializada de material.

Observada uma atitude reflexiva que leva em consideração os limites mais sutis da realidade material, o uso das tecnologias de fabricação digital no laboratório didático pode ser muito positivo para a aprendizagem. Em especial, quando proporciona um procedimento iterativo, em que alterações são rapidamente validadas no objeto físico em suas características materiais, e essa checagem orienta o trabalho de projeto. A passagem entre a abstração matemática e sua versão realizada pode ser repetida múltiplas vezes e, mesmo que o impulso movente da mão criadora não se envolva na produção automática desses objetos, sua capacidade tátil é solicitada num ciclo de retroalimentação que informa o desenho continuamente. Nessa situação, a fabricação digital faz ótimo uso de suas características mais positivas. Comparada com os procedimentos tradicionais, sua velocidade traz grande redução na duração de cada ciclo de desenho e validação; com isso, também economiza trabalho físico dos estudantes, que passam a ter disponibilidade para desempenhar outras tarefas enquanto uma das versões é preparada.

A ligação com a materialidade, no entanto, não pode ser abandonada. Muitas vezes, a adoção das técnicas digitais estimula uma atitude que empurra a realização material para um momento posterior ao projeto, como se nem fizesse parte dele. Guiando-se por atitudes como essa, todas as decisões de projeto acabam sendo feitas baseadas na configuração formal proporcionada pela modelagem digital e em especulações sobre o desempenho decorrentes da mera visualização do desenho tridimensional. É após o fim das decisões de projeto que “imprime-se” o objeto ou a maquete, tendo todos os detalhes, presumivelmente, resolvidos. Tal atitude reforça o entendimento ingênuo de que o projeto se resolve integralmente no domínio mental, cabendo à máquina apenas sua execução fiel. Perdem-se, assim, as oportunidades mais granulares de validação material – aquelas em que decisões específicas poderiam ser testadas, ajustadas ou mesmo reformuladas a partir do contato com a matéria. A fabricação deixa de ser momento de configuração do projeto para tornar-se simples operação de reprodução, reiterando a hierarquia cartesiana entre mente e corpo.

A dicotomia fundamental envolvida na adoção pedagógica das novas técnicas de fabricação acontece entre um movimento de aproximação da fabricação, já que um produto real é construído; e um afastamento embrutecedor da materialidade, no qual a matéria aparece como produto irrefletido de uma cadeia de operações totalmente digital, afastada do devir criador próprio da corporeidade. Em uma perspectiva mais ampla, essa atitude também se soma a um movimento que ocorre em todo o horizonte de nossa cultura material; o distanciamento dos detalhes técnicos que sustentam e reproduzem o mundo artificial. As pessoas são tendencialmente levadas a compreender as tecnologias, em especial as digitais, como caixas-pretas; por padrão considerando os detalhes de seu funcionamento como incompreensíveis ou desinteressantes. Em consequência, as possibilidades de reconfiguração de seus elementos técnicos são indiretamente vetadas para quem não tem a custosa especialidade de compreendê-los, levando a uma cultura material profundamente alienada. Manifestações de resistência contra isso podem ser identificadas no movimento do direito ao reparo (Right to Repair Movement, originado nos Estados Unidos), em que organizações civis batalham por mecanismos eficazes para coibir que empresas dificultem e encareçam artificialmente o conserto e a customização de veículos, dispositivos eletrônicos e software. Também se verifica a prática vernacular encontrada em toda a América Latina, distintivamente menos institucional, dos reparos e melhorias improvisadas que subvertem o uso planejado dos objetos, no Brasil conhecida como gambiarra. Localizando a discussão, as manifestações da gambiarra desenhando contornos da condição subalterna do sul global, um cenário de precariedade onde os refugos industriais são articulados para estabelecer e aprimorar uma participação criadora na cultura material.

Movimentos organizados, como o direito ao reparo, e manifestações mais difusas, como a prática da gambiarra, apontam a uma recusa contra-hegemônica de permanecer na condição de minoridade que é demarcada para o usuário, de quem se espera interação com seus objetos de consumo dentro de limites inteiramente mapeados previamente pelo fabricante. Neste ímpeto, iluminam caminhos de enfrentamento do embrutecimento promovido pela adoção irrefletida das CNC, ferramentas frequentemente ofuscadas quanto ao conhecimento de seu funcionamento interno, possibilidades de alteração e limitações. Por isso, a chegada dos métodos digitais de fabricação não deve ser entendida numa perspectiva de superação dos métodos mais antigos, que têm seu próprio peso e especificidade no contexto do projeto. Essas técnicas tradicionais necessitam de cultivo; não por elas mesmas, não para preservar saberes históricos, mas sim pelo próprio interesse pedagógico que carregam, já que está atrelada às disciplinas do corpo uma compreensão mais completa do objeto que se projeta. É a compreensão que se estabelece atrelada a canais perceptivos e motores para além do visual.

Entre o manual e o digital não se estabelece uma decisão binária, irreversível, que pressupõe a renúncia do outro. Também não é verdade que a alternativa ancestral, determinada no encontro entre corpo,

ferramenta e matéria, deixa de ser relevante frente ao que é novidade técnica apenas por ser novidade técnica. Consideradas essas ressalvas, ambas as formas de trabalho têm espaço no laboratório didático de modelos; e quando entendidas em complementação é que demonstram maior sinergia e potencial educativo. É fundamental reconhecer o domínio expressivo da mão que conforma, sua manuseio, como tendo particular contribuição na compreensão do que se pretende construir; e isso pressupõe manter o cultivo das técnicas corporificadas, mesmo diante da alternativa que promete automatizar a realização material do objeto. Uma posição crítica frente ao uso da fabricação digital no contexto didático deve ser capaz de aproveitar suas vantagens e conveniências, sem abandonar o compromisso pedagógico com toda a via ampliada de experiência e compreensão da matéria proporcionada pelas mãos. Decidir entre as duas abordagens deve oscilar entre aquilo que se faz necessário construir em cada momento de projeto e aquilo que se faz necessário aprender em cada momento de formação. Dessa maneira, a prática manual refletida é capaz de desafiar a hierarquização cartesiana e garantir, na formação dos arquitetos e designers, toda a amplitude de maneiras pelas quais se pode conhecer os objetos de estudo e os projetos propostos.

Cárcamo, M. A. (2017). *EL MANOAJE: Una propuesta para re-fundar el "lenguaje" del 'pensamiento arquitectónico'*. Proceedings of the International Conference 'Between Data and Senses; Architecture, Neuroscience and the Digital Worlds'.

Lakoff, G; Johnson, M. (1999) *Philosophy in the Flesh: The embodied mind and its challenge to western thought*. New York: Basic Books.

Söderberg, J. (2013). *A ilusória emancipação por meio da tecnologia*. Le Monde Diplomatique Brasil, Website. <http://diplomatique.org.br/a-ilusoria-emancipacao-por-meio-da-tecnologia>

Souza, G. A. (2024). *Perspectivas para uma pedagogia da matéria: Potência pedagógica da atividade poética e representações como suporte material da cognição*. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo. doi:10.11606/D.16.2024.tde-04092024-102558

Referencias

