

MATEMÁTICA, ARQUITETURA E DESIGN: INOVAÇÃO METODOLÓGICA E APROXIMAÇÃO INTERDISCIPLINAR EM UMA DISCIPLINA DE GRADUAÇÃO

MATH, ARCHITECTURE AND DESIGN: METHODOLOGICAL INNOVATIONS AND DISCIPLINARY CONVERGENCE IN AN UNDERGRADUATE COURSE

Guilherme Almeida de Souza¹

RESUMO:

O presente artigo visa apresentar uma perspectiva crítica sobre a experiência da disciplina MAP-2001 – Matemática, Arquitetura e Design, como resultado de um histórico de aproximação entre o Laboratório de Modelos e Ensaio (LAME) da FAUUSP (Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo) e o Centro de Difusão e Ensino Matemateca, ligado ao IME (Instituto de Matemática e Estatística). Num contexto de inovação em processos de ensino-aprendizagem em projeto, a disciplina fornece significativas contribuições metodológicas; entre elas a colaboração interdisciplinar intensa e a consolidação de um exercício baseado na exploração da materialidade, permitido pelo espaço do laboratório didático, em intenso diálogo com as possibilidades da produção de objetos pedagógicos interativos inspirados em conceitos matemáticos. A colaboração em equipe multidisciplinar e a exploração baseada nos interesses dos alunos são ênfases importantes no processo. A experiência acumulada em cinco edições realizadas desde 2013 é apresentada e discutida, utilizando três exemplos do trabalho discente para ilustrar e informar os apontamentos. Esta análise busca contribuir ao campo específico da Educação ao refletir sobre tais abordagens pedagógicas, seus procedimentos e resultados.

PALAVRAS-CHAVE: Corporalidade; Projeto; Ensino

ABSTRACT:

This article intends to present a critical perspective regarding the undergraduate course MAP-2001 – Math, Architecture and Design, as the result of a history of approximation between Laboratory of Models and Tests (LAME), in FAUUSP (Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo), and the Center for Teaching and Diffusion Matemateca, associated with IME (Instituto de Matemática e Estatística). In an environment of innovation in processes of teaching and learning related to the expanded field of design, such course offers significant methodological contributions; such as an intense interdisciplinary collaboration environment and a design exercise based on material exploration, enabled by the very quality of a teaching laboratory space, associated deeply with the possibilities of producing interactive teaching objects inspired by mathematical concepts. Collaboration in multi-disciplinary teams and exploration based on the students' interests are emphasized in the process. The experience gathered in five editions realized since 2013 is presented and debated, using three examples of students' work to inform the discussion. Such analysis intends to contribute to the specific field of Education by reflecting on this novel approach, its procedures and results.

KEYWORDS: Embodiement; Project; Education

¹Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo

Fonte de Financiamento:
Declara não haver.

Conflito de Interesse:
Declara não haver.

Ética em Pesquisa:
Declara não haver necessidade.

Submetido em: 29/06/2021
Aceito em: 29/06/2022

How to cite this article:

SOUZA, Guilherme A. Matemática, Arquitetura e Design: Inovação Metodológica e Aproximação Interdisciplinar em uma Disciplina de Graduação. *Gestão & Tecnologia de Projetos*. São Carlos, v17, n3, 2022. <https://doi.org/10.11606/gtp.v17i3.187927>



INTRODUÇÃO

Pela primeira vez em 2013, alunos de graduação da Universidade de São Paulo puderam selecionar, como disciplina optativa disponível para matrícula, uma cujo título pode ter causado algum estranhamento: Matemática, Arquitetura e Design. A aproximação entre a disciplina exata e as de projeto é inusitada, e num primeiro momento parece sugerir que se trata de explorar o cálculo estrutural, tradicional uso da matemática como ferramenta do projeto de edifícios. Um olhar um pouco mais detido revela que a proposta é, na realidade, de cunho mais aberto e exploratório: trata-se de “uma experiência de trabalho interdisciplinar [...], por meio de projetos de cunho artístico, prático ou educativo que explorem conceitos na confluência das três áreas: Matemática, Arquitetura e Design.” (USP, 2016)

Em cada edição do curso, 32 vagas são disponibilizadas, sendo 14 reservadas para estudantes do IME, 14 para estudantes da FAU e 4 livres para alunos de qualquer unidade da USP. A proposta de intercâmbio disciplinar, associada a uma ausência da expectativa de utilidade do produto final a ser construído, permitem a fruição de uma experiência *sui generis* pelos alunos — tanto os da FAUUSP quanto os do IME. Proporcionam, aos primeiros, o contato com alguns dos temas da matemática pura abordados a partir de ferramentas e procedimentos familiares; enquanto, aos últimos, uma vivência exploratória paralela à manipulação usualmente abstrata de seus objetos de estudo.

Para além do campo de colaboração interdisciplinar, a experiência traz inovação também em seus procedimentos didáticos. Com contribuição docente de ambas as instituições (professor Eduardo Colli, do departamento de matemática aplicada, professora Deborah Raphael do Departamento de Matemática, e professor Artur Rozestraten, do Departamento de Tecnologia da Arquitetura), o percurso proposto se desobriga da consolidação de um conteúdo programático a partir de uma listagem de temas. Não há leituras obrigatórias ou mesmo uma sequência de etapas a serem cumpridas; eventuais referências bibliográficas podem ser sugeridas a cada grupo, ou ainda a um aluno individualmente, na medida da evolução de seus interesses. Contando com e, simultaneamente, estimulando, um dado de autonomia dos alunos, após uma primeira apresentação do curso, se solicita que tragam uma prospecção individual levantando temas que lhes sejam de interesse e que se relacionem à conjunção dos três campos titulares: Matemática, Arquitetura e Design. Esta prospecção permite a formação dos grupos, num momento de negociação em que pesam a proximidade dos temas individuais e o critério de que todos os grupos devem conter alunos das duas instituições, se possível em números equilibrados.

Uma vez em grupos, a experiência se volta totalmente para o espaço didático do laboratório de modelagem. Para isso, a presença no Laboratório de Modelos e Ensaios da FAUUSP, o LAMEI, é singular e necessária. Todos os encontros se dão nesse espaço e, salvo uma entrega intermediária e a apresentação final em exposição coletiva, consistem na investigação dos temas a partir de movimentos exploratórios apoiados na materialidade. A proposta é que, em cada grupo, sejam construídos objetos físicos que não atendam necessariamente a um tácito acordo da função utilitária. Informados pelas especificidades do tema escolhido, os grupos são estimulados a descobrir seus próprios caminhos metodológicos durante o desenvolvimento de seus projetos, sob constante apoio e mentoria da equipe de docentes e monitores. Tal ambiente resulta em projetos de múltiplas naturezas, entre jogos de tabuleiro, quebra-cabeças, objetos escultóricos ou interativos ilustrativos de conceitos abstratos, brinquedos físicos, entre outros.

Nota-se recorrentemente, neste processo, alguma tensão na tentativa de equilibrar uma existência conceitual e abstrata dos objetos de estudo com as possibilidades e limitações da encarnação material deles. Problemas derivados da espessura dos materiais bidimensionais (como chapas rígidas ou flexíveis) e unidimensionais (como fios, cordas, arames e

semelhantes); dificuldades decorrentes da imprecisão de processos de dobra, corte e fixação; ausência de instrumentação que possibilite alterações na matéria em ângulos, medidas ou sequências específicas são alguns dos percalços enfrentados pelas equipes, para os quais se vê respostas projetuais elegantes em certos momentos. Em outros, impõem-se os percalços de tal maneira que geram no grupo a atitude especialmente rica de abandonar caminhos projetivos antes considerados possíveis, em favor de utilizar o tempo de desenvolvimento em atividades mais promissoras. Um percurso didático de tal maneira aberto e imprevisível traz, juntamente com reflexões amplas acerca da atividade projetiva, desafios específicos para o docente em sua tarefa de orientação.

Cabem algumas considerações metodológicas. A inicial aproximação ao objeto deste artigo é apoiada em revisão bibliográfica, quando da descrição histórica e de características do exercício. Rozestraten *et. al* (2017) oferecem, além de tal descrição, ensejos para um debate ampliado acerca da disciplina e das possibilidades que ela movimenta, e este artigo propõe contribuir para tal. Há também o fato de que o autor participou da equipe da edição de 2017 como monitor acadêmico, portanto traz ponderações de observador, presente no contexto cotidiano de mediação e acompanhamento didático dos grupos. Tal condição de observador se aproveita principalmente em trechos da discussão e na análise dos trabalhos discentes, nos quais a citada obra também contribui. Uma base de dados primários, ainda que parcial, também pôde ser levantada. Incluí detalhadas anotações semanais feitas pela equipe de docentes e monitores acadêmicos acerca das atividades de cada grupo, fotografias realizadas durante os encontros, e pôsteres produzidos pelos alunos para a exposição final. Para articular possíveis enquadramentos críticos, mais extensa revisão bibliográfica oferece lentes conceituais adequadas ao objeto de estudo.

Dessa maneira, visamos descrever e analisar a experiência acumulada em cinco edições desta disciplina (duas vezes em 2013, 2015, 2017 e 2019), apresentando, em primeiro lugar, o histórico de uma aproximação entre o LAME e o centro de difusão e ensino Matemateca. Em seguida, a consolidação oficial de sua parceria, em 2011, a partir do edital Pró-Inovalab, da Pró-reitoria de graduação da USP. Uma descrição mais detida dos procedimentos didáticos será então apresentada, paralela a algumas discussões sugeridas pelas características inovadoras de tais procedimentos. Uma breve seleção de projetos de alunos visa exemplificar e ilustrar o tema. Por fim, pretende-se desenvolver uma breve conclusão, apontando aspectos que possibilitam posterior investigação.

CONTEXTO E HISTÓRICO: A MATEMATECA E O LAME

O Centro de Divulgação e Ensino Matemateca tem uma história que começa no início dos anos 2000, quando havia um grupo de professores do IME com a ideia de constituir um acervo de material didático-expositivo para a visualização de conceitos matemáticos (Rozestraten *et al*, p.17). Houve experiências de intercâmbio com o acervo desta natureza do *Musée de la Science et de l'Industrie*, que esteve circulando entre a Estação Ciência e o IME em 2002. No ano seguinte, com o estímulo do Edital ProLab — Reequipamento de Laboratórios Didáticos, quatro professores se reuniram para construir o acervo que formalizou a Matemateca: Eduardo Colli, Deborah Raphael, Sonia Garcia e Alexandre Roma. Já em 2005, o grupo apresentava seus objetos no IV Congresso mundial de Centros de Ciência, em parceria com a Estação Ciência, no Riocentro. Nota-se, neste período, a saída do professor Alexandre Roma do projeto, e as passagens das professoras Elvia Mureb Sallum, Rosa Maria Barreiro Chaves e Barbara Corominas Valério.

No início, a Matemateca tinha como público-alvo os alunos de graduação do IME, em uma proposta propriamente didática de oferecer suporte material para contribuir no entendimento de conceitos complexos da matemática. As experiências expositivas revelaram um grande

interesse do público amplo, o que sugeriu que o mesmo material tinha potencial de contribuir à divulgação científica, com algum ajuste da abordagem. Então, em 2013 o projeto assumiu a denominação atual, passando a ser oficialmente Centro de Divulgação e Ensino. Na falta de espaço dedicado, adequado e de bom tamanho, a exposição permanente se deu nos espaços de circulação e convívio do IME. O acervo também circula frequentemente em exposições temporárias em escolas, museus, eventos e centros de cultura.

Figura 1. Alguns dos objetos do acervo do Centro de Divulgação e Ensino Matemateca, em exposição no Centro Universitário Maria Antônia, em março de 2020. Nota-se a vocação em divulgação na mobilização do interesse do público de todas as idades e níveis de formação prévia em ciências exatas.

Fonte:

Valéria Guimarães /
Matemateca



As origens do Laboratório Laboratório de Modelos e Ensaios (LAME) da FAUUSP remontam a uma Oficina de Maquetes localizada no porão do edifício da Vila Penteados, quando a graduação em Arquitetura e Urbanismo da USP ainda era sediada ali. Esta oficina, coordenada por José Zanini Caldas, veio a ocupar durante um tempo a lateral do edifício da Vila Penteados como um galpão, antes da inauguração da nova sede, na Cidade Universitária, em 1969. Estes laboratórios são entendidos hoje como embriões da constituição oficial do LAME, no início dos anos 70. Nesse momento, passa a ser sediado no no piso rebaixado, meio nível abaixo do térreo do edifício Vilanova Artigas, sob a coordenação do escultor-professor Caetano Fraccaroli. Esteve ali até 1998, quando foi transferido para o Edifício Anexo, acompanhado dos laboratórios didáticos de Produção Gráfica e de Fotografia. (Rozestraten *et. al*, p21-22)



Figura 2. LAME em sua primeira sede oficial, meio nível abaixo do térreo do edifício Vilanova Artigas.

Fonte:
Carlos Alberto
Cerqueira Lemos /
Arquigrafia

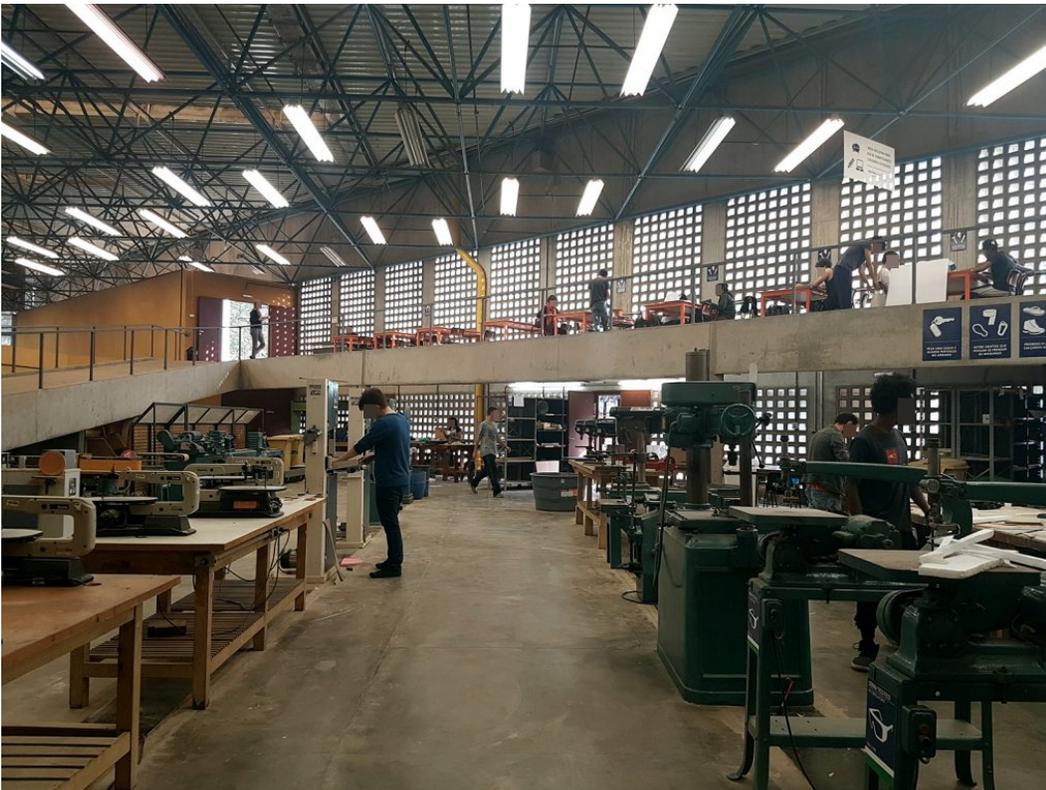


Figura 3. .Pátio central do Laboratório de Modelos e Ensaios da FAUUSP em sua configuração atual.

Fonte:
Ana Carolina Coelho /
STMEEC.

Houve um período em que demandas indevidas e o afastamento físico do convívio cotidiano com a comunidade discente gerou uma distorção nas atividades do Laboratório, afastando-o de seu papel pedagógico e aproximando-o a um papel equivocado de uma oficina de manutenção e reparos (*ibid*, p22). Uma renovação do sentido da vocação formativa do espaço foi iniciada, com bom exemplo, a partir da instalação do Canteiro Experimental, em 1998. A

década seguinte foi marcada pelo esforço gradual de re-caracterização do LAME de volta a seu valor didático original, sob o mérito das múltiplas coordenações acadêmicas. Neste período, contou com os setores técnicos de marcenaria, mecânica, modelagem e moldagem, e pintura, além do Canteiro Experimental e do pátio central, de uso livre (embora supervisionado) pelos alunos. Em 2011, instalou-se no interior do LAME um núcleo de modelagem e fabricação digital integrado à rede FABLAB/MIT, coordenado pelo professor Paulo Fonseca de Campos, o que contribui para a reativação da circulação discente no ambiente. Segundo Rozestraten et al:

[a instalação do FABLAB] ampliou o leque de recursos de representação do Laboratório e permitiu experimentações e reflexões críticas quanto às interações complementares entre a modelagem manual, a modelagem mecânica e a modelagem digital nos processos projetuais no campo da Arquitetura, do urbanismo e do Design. (p.23)

Experimentação e reflexão crítica essas que, quando informadas em primeiridade pela interação corpo-matéria, constituem um fundamento basilar da pedagogia em arquitetura já consolidado e reconhecido por pesados nomes. A importância da modelagem-rascunho é enfatizada por arquitetos tão diversos quanto Frank Gehry e Mies van der Rohe, que comenta solenemente sobre a fundamentalidade da experiência material na arquitetura quando elogia o tijolo: “Que sensível esta pequena e prática forma, que útil para qualquer propósito! Que lógica em sua união, padrão e textura” (van der Rohe, *apud* Beeson, 2016). Simon Beeson vê nisso a manifestação de uma crença fundante da arquitetura como “arte da construção”, a desdobrando em seguida como “propriedade emergente da construção”. Outro paralelo que se sugere é com o tijolo de Freire (Haddad, 2019): o mesmo objeto que neste aparece traduzido em palavra e testemunhando a condição social opressora que se pretende superar, em van der Rohe se pode postular como elemento primordial, necessário para a prática da arquitetura. Afinal, “Arquitetura começa quando se junta cuidadosamente dois tijolos” (van der Rohe, *apud* Beeson, 2016). É do radical e corporificado enraizamento no mundo como condição necessária para qualquer pedagogia que ambos estão falando.

Tais considerações sustentam a defesa de espaços como o Laboratório de Modelos e Ensaios enquanto espaços privilegiados do encontro didático com as tarefas do fazer, como elementos cruciais e indispensáveis na construção e manutenção do ensino de Arquitetura, Urbanismo e Design; e, mais amplamente, em qualquer campo de projeto.

Em meados dos anos 90, portanto antes da consolidação da Matemateca, uma aproximação entre um grupo de professores da FAUUSP (Julio Roberto Katinsky, Maria Cecília França Lourenço, Luiz Américo de Souza Munari, Francisco Homem de Melo e Carlos Zibel Costa) com o projeto “Ciência AO VIVO”, de Ernst Hamburger (IFUSP) e Alberto Gaspar (Física, UNESP/Guaratinguetá) constituiu o início de uma parceria interdisciplinar que se mostrou bastante afinada. Este projeto visava a produção de experimentos portáteis de física que pudessem amparar as escolas públicas de São Paulo, carentes de laboratórios de ciência adequados (Rozestraten et al, p.13). Em 2004, o professor Eduardo Colli (IME) foi integrado ao projeto, com a missão de acrescentar objetos expositivos que trabalhassem conteúdos de matemática. Este esforço consolidou a Matemateca em sua primeira versão, contando com a entrada da professora Deborah Raphael (IME). Em 2009, Artur Rozestraten (FAU) foi convidado pelos docentes responsáveis pela Matemateca a organizar um grupo de graduandos FAU, bolsistas CNPq, para o desenvolvimento de projetos de suportes expográficos para o acervo da Matemateca.

A partir da influência dessa parceria interdisciplinar e a prática reflexiva que provocava no campo da extensão, duas iniciativas se ramificaram para o campo do ensino. Uma delas foi o florescimento de debates acerca dos conteúdos de matemática oferecidos, em caráter obrigatório, aos alunos da FAUUSP. Havia alguma pressão para a reformulação da disciplina de

cálculo da graduação em Arquitetura e Urbanismo — à época considerada demasiado abstrata para as necessidades aplicadas dos arquitetos — e a Matemateca arejou uma referência propositiva, de como as abstrações características das ciências exatas podem ser construídas, pedagogicamente, a partir de “abordagens reflexivas sobre situações concretas e palpáveis” (Rozestraten *et. al*, p.14). As discussões, que envolveram o Departamento de Tecnologia da FAU e a Comissão de Coordenação do Curso de Arquitetura e Urbanismo (CoCAU), levaram à implantação de importantes mudanças didáticas e de conteúdo ainda em 2009, com as primeiras edições reformuladas sob responsabilidade do professor Ricardo Bianconi (IME).

A segunda das ramificações, sobre a qual se detalha neste artigo, foi o planejamento e realização de uma nova disciplina optativa, possibilitada pelo edital Pró-Inovalab (Pró-Reitoria de Graduação da USP), em 2011.

A DISCIPLINA MAP2001 – MATEMÁTICA, ARQUITETURA E DESIGN

Atendida a questão a respeito do ensino de matemática no currículo de arquitetos e urbanistas, algumas possibilidades de desdobramento da forte parceria constituída entre FAU e IME ainda restavam a ser exploradas. O LAME já havia contribuído na construção de alguns dos objetos expositivos do acervo da Matemateca, mas neste momento percebia-se, no convite à exploração das materialidades oferecido pelo espaço do Laboratório, que engajar alunos de graduação na concepção e produção de objetos dessa natureza poderia constituir exercício de grande valor. Quando o edital Pró-Inovalab 2011 foi publicado, destinando recursos à construção e aprimoramento de laboratórios didáticos da graduação associados a práticas pedagógicas inovadoras (FAPESP, 2012), o alinhamento temático ficou evidente. A chamada contemplou, então, o projeto “MATEMATECA NO LAME: uma conexão entre Matemática, Arquitetura e Design”, elaborado pelos professores Artur Rozestraten, Eduardo Colli e Deborah Raphael. Pretendia intensificar o intercâmbio já estabelecido entre as unidades, ao promover interação experimental entre professores e alunos de graduação de ambas, além de prever recursos para a construção e adequação de uma sala de aula no Edifício Anexo (a sala 813) e para a aquisição de equipamentos que complementassem as possibilidades de fabricação digital do FABLAB instalado no mesmo lugar.

A disciplina optativa nasceu, portanto, a partir de um histórico de aproximação interunidades que se mostrou bastante profícua para ambos os campos, assentando um campo de debate e de confluência com grande valor. Naturalmente, um dos objetivos imaginados para ela, então, havia de ser a fecundação de tais reflexões no nível da graduação. Tratava-se de trazer para os arquitetos e designers em formação alguma possibilidade de aproximação dos temas matemáticos apoiada em abordagens exploratórias e firmadas na materialidade, a eles já familiares em alguma medida; e para os alunos das ciências exatas a experimentação de assuntos conhecidos em ambiente e contexto que normalmente não são valorizados academicamente. Para o primeiro grupo, portanto, o exercício seria algo como uma variação temática a se trabalhar num procedimento metodológico já conhecido (com algumas diferenças notáveis a se discutir posteriormente) — um percurso de projeto. Para o outro grupo, um reenquadramento prático e poético dos assuntos que costumam trabalhar em abordagem muito diferente.

Um intercâmbio como esse, possibilitado singularmente pela ponte interdisciplinar construída historicamente que neste momento dirigia-se da extensão ao ensino, destaca principalmente duas abordagens projetuais coerentes com a conceitualização dos paradigmas racional e reflexivo, proposta por Barros (2016). No paradigma racional, “prevalece uma visão de projeto como um processo racional, ou ao menos racionalizável, e busca-se uma observação “objetiva” sobre o objeto de estudo e resultados que sejam generalizáveis” (op. cit, p. 49). Mais afinada à aproximação própria das ciências exatas, esta abordagem prioriza entender o problema em

suas regras fundamentais. O paradigma reflexivo desloca o foco para as possibilidades de solução, operando uma “conversa reflexiva com a situação de projeto” através de “jogadas” (op. cit, p. 50). Tais jogadas se identificariam com o repertório do *saber-em-ação* (*knowing in action*) do projetista — como levantado por Schön (1992) — e, portanto, de base sensorial-motora, afinal “a situação de projeto é uma situação material, apreendida, em parte, através de apreciação sensorial ativa” (op. cit, p. 4, tradução do autor). Este paradigma é trabalhado historicamente nas disciplinas do projetar, nos campos da Arquitetura, Urbanismo e Design. Ambos paradigmas sendo complementares para a prática de projeto em sentido amplo (Barros, 2016), reconhece-se grande valor na aproximação temática operada pela disciplina MAP-2001, que incentiva alunos usualmente treinados em um dos paradigmas a exercitar o outro e vice-versa.

O ambiente onde se dão os encontros influencia muito particularmente outra ênfase didática que se trabalha explicitamente. Trata-se de “estimular experimentos práticos [...] e ensaios interativos; [...] desenvolver atividades exploratórias de modelagem e ensaio; [como também] a interação do raciocínio científico com a reflexão propositiva-projetual, em condições experimentais que proporcionem desafios reais que integrem teoria e prática”. (Rozestraten *et. al*, p.27. Grifo nosso) Estes estímulos são integrais para a consolidação de uma ideia ampla de pedagogia ancorada no dado da realidade sensível e motora em suas múltiplas manifestações, tão cara à tradição da pedagogia em Arquitetura e Urbanismoⁱⁱ e a movimentos mais recentes no campo mais vasto da educaçãoⁱⁱⁱ.

Estes objetivos são trabalhados nos encontros semanais programados no curso. O primeiro deles trata de uma apresentação, envolvendo uma introdução às características de tal aproximação e o que se espera dos alunos, além de uma visita guiada a cada setor técnico do LAME demonstrando algumas das oportunidades de construção possibilitadas pelas instalações. Negocia-se também a solicitação de uma prospecção individual, um levantamento de referências e sugestões temáticas que sejam do interesse do aluno e contenham em si alguma interpretação da amálgama possível entre os três campos: Matemática, Arquitetura e Design, no prazo da semana seguinte. O dado do interesse individual do aluno não é fortuito, intenta mobilizar algum comprometimento a uma atividade que lhe é significativa, contribuindo para um engajamento mais profundo.

Alguns dos temas que aparecem recorrentemente neste exercício incluem o trabalho de arquitetos, designers e matemáticos que já atuam promovendo essa aproximação, como Santiago Calatrava, Frank Gehry, Max Bill, Arthur Ganson, M. C. Escher, George Hart e muitos outros (*ibid*, p.42). Também se vê a exploração de temas da matemática que se relacionam a geometrias e formas com potencial estético ou exploratório já reconhecidos, como a topologia de superfícies e nós, fractais, superfícies regradas, ladrilhamentos, gráficos de funções e teoria de jogos. Após a apresentação dos temas levantados individualmente, se segue a dinâmica de formação dos grupos. A partir de sucessivas tentativas de agrupamento dos temas individuais, mediadas pelos professores, e passando pelo critério dado de que cada grupo deve conter, ao menos, um integrante advindo de cada unidade, os grupos são consolidados em intensa negociação de todos os envolvidos. Esta organização, no entanto, admite mudanças posteriores nos casos em que elas se fazem necessárias: houve grupos que se fundiram posteriormente por identidade temática ou número insuficiente de participantes após algumas desistências, como também grupos que se desmembraram ao longo do semestre. Estas possibilidades são informadas pela pressuposição do protagonismo dos alunos no processo, e relacionam-se com as contingências que são características do caminhar exploratório — portanto, constituem eventos que podem guardar grande potencial didático, em especial quando atingem a dimensão da consciência dos próprios processos cognitivos.



Figura 4. .Processo de formação de grupos a partir de aproximações temáticas após a apresentação das prospecções individuais.

Fonte:
Foto do autor

Então, à exceção da realização de três seminários de acompanhamento dos projetos durante o processo e uma apresentação final em forma de exposição dos trabalhos, todos os encontros seguintes são dedicados para que os grupos decidam e percorram seus processos projetivos, sob frequente intervenção inquisitiva dos professores e monitores didáticos. Aqui, cabe esclarecimento sobre uma das diferenças já mencionadas entre um procedimento de projeto mais familiar aos alunos de Arquitetura e Urbanismo e Design e o que se tenta incentivar aqui. O desenho — seja um croqui rápido ou propriamente técnico, mas como representação tridimensional mediadora entre uma *ideia de projeto* e alguma manifestação material dele — é desencorajado no processo. Esta restrição pretende operar certa substituição do suporte bidimensional, gestual e figurativo (representação necessariamente mediada por tradução entre o tridimensional e o bidimensional) por uma espécie de modelagem-rascunho, ou seja, a exploração das possibilidades práticas da relação entre corpo, ferramenta e matéria como suporte material do devaneio poético próprio do projeto. Curiosamente, a orientação parece constituir parte significativa do desafio, experienciada de maneiras diferentes — mas em intensidade semelhante — tanto pelos alunos da FAU quanto pelos do IME. Há momentos, no entanto, em que essa recomendação pode ser violada sem grande prejuízo à proposta original, em especial quando o desenho bidimensional aparece como ferramenta de re-enquadramento e interpretação de um problema particularmente difícil, possibilitando olhares alternativos e arejando questões à guisa de posterior desenvolvimento.

Figura 5. Procedimentos de conformação material (corte, dobra, fixação, revestimentos, moldagem, desbastes, etc) e intensa colaboração entre pares estão no centro da maior parte da carga horária planejada. Edição de 2017.

Fonte:
Fotos do autor



Outro componente que contribui para o nível de desafio do exercício é a ausência de recomendações metodológicas sobre os caminhos a se tomar neste projeto. Por onde começar? Como enfrentar o surgimento de problemas particularmente espinhosos para os quais, certas vezes, o limite do conhecimento matemático disponível não oferece sequer a garantia da *possibilidade de solução*? Como lidar com as incompatibilidades entre as geometrias imaginadas como abstração matemática e aquelas que incluem as imperfeições da matéria viva? Navegar por situações de tal natureza exige o debate e a articulação de entendimentos complexos sobre o próprio processo, constituindo propriamente domínio metacognitivo. Também mobiliza a capacidade de lidar com frustrações e incertezas que povoam frequentemente a prática projetual e o enfrentamento de *problemas selvagens*^{iv}, em horizonte mais amplo.

No desenrolar dos processos de projeto, em especial quando as primeiras propostas de realização material do grupo foram bem-sucedidas, nota-se o frequente aparecimento de uma intencionalidade em imbuir funcionalidade extra ao produto em que estão trabalhando. Esta, ainda que não incentivada, por vezes toma a forma de diretriz de projeto. Fala-se em encarnar certo partido formal numa dimensão e aspecto convenientes para o uso como móvel — por exemplo — ou interfaceá-lo com padrões industriais elétricos para conformar uma luminária. Este movimento é visto como moderadamente desfavorável pela equipe docente, e desencorajado em favor de explorações que articulem outros desdobramentos de seus partidos ou mesmo interfaces com outros assuntos, talvez aproveitando-se de explorações de outras equipes. Tal situação repetiu-se em todas as edições, recebendo o apelido de “síndrome do banquinho”, entre os docentes (Rozestraten *et. al*, 2017).

Num momento posterior, aos grupos é solicitada a produção de um pôster apresentando o resultado de seus processos, que é impresso e exibido em exposição coletiva, acompanhado dos objetos produzidos, no espaço de convívio do IME. Este último movimento dá

oportunidade de revisitar seus objetos e processos em toda sua trajetória, via de regra irregular, ao exigir o compartilhamento deles com o público em geral. Encerra-se o exercício com os objetos produzidos expostos para o acesso livre do público por um período.

Paralelas aos desafios postos aos alunos, a característica inovadora da experiência impõe aos docentes certas dificuldades e oportunidades singulares. Numa condição própria à atividade de mentoria ou orientação, é importante equilibrar cuidadosamente momentos de intervenção mais direta e de prover espaço para a exploração mais autônoma, principal geradora de ricos movimentos do pensamento. Devido à natureza interdisciplinar e grande amplitude de possibilidades, também acontece que situações específicas presentes em um ou outro projeto superem o repertório construtivo acumulado pelo conjunto dos professores e monitores, momentos nos quais fica claro algum sentido de imprevisibilidade compartilhado, de alguma maneira, entre a prática de projeto e a investigação científica.

Outro aspecto desafiador, para o docente, é o acompanhamento dos projetos e a avaliação num contexto em que a progressão didática se distancia radicalmente da sequência de conteúdo. Por coerência com os objetivos do curso, as considerações levantadas ao longo do acompanhamento dos projetos se referem primordialmente ao processo experienciado por cada grupo, e apenas secundariamente ao produto obtido. Essas considerações, juntamente com o dado de frequência, são anotadas e compartilhadas entre os professores ao longo do período, e depois retomadas e discutidas para formar a avaliação, em consenso.

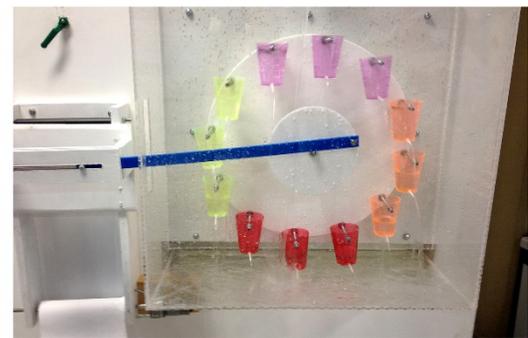
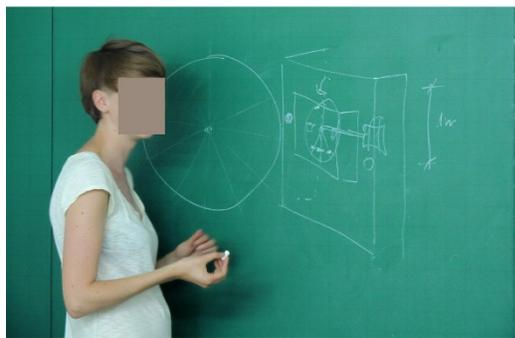
TRABALHOS DISCENTES SELECIONADOS

Como sugere a condição do protagonismo discente cultivado, e a fim de ilustrar o exercício, apresenta-se três trabalhos conduzidos pelos alunos nas cinco edições realizadas. Eles foram escolhidos sob o critério de oferecerem exemplos para discutir questões de interesse no caminhar dos projetos em grupo, lidas na perspectiva da consolidação dos objetivos da disciplina.

O grupo Roda Caótica, de João Flesch Fortes (Escola Politécnica), Radamés Ajna da Silva (Física), Laura de Mello Alves Pires (FAU – Design), Merle Sudbrock (intercambista na FAU – Arquitetura e Urbanismo) e Jeferson Chicarelli Ruiz Filho (FAU – Arquitetura e Urbanismo), da segunda edição do curso (2013), figura como experiência referencial positiva em todo o desenvolvimento do trabalho. Apesar de não conter nenhum integrante do IME, o plano de fundo das ciências exatas se via representado pela Física e pela Engenharia, numa composição notadamente heterogênea. Inicialmente agrupados sob o recorte “arte cinética”, os alunos souberam aproveitar os recursos do laboratório num ciclo de produção rápida de protótipos para validação das suposições de projeto, demonstrando alguma maturidade ao re-enquadrarem seus direcionamentos ainda em fase inicial do projeto. O processo foi rico e diverso, relacionando em profundidade as explorações físicas com os conceitos matemáticos e mobilizando grande entusiasmo, tanto dos alunos quanto da equipe docente. Constitui exemplo em que o trabalho em projetos significativos e caros aos alunos rendeu resultados instigantes, tanto na consolidação de uma experiência pedagógica que atende aos objetivos da disciplina como no resultado dos objetos produzidos, que hoje integram parte do acervo da Matemateca (Rozestraten et al, p 85p 85).

Figura 6. Processo de investigação apoiado na constante produção e validação de protótipos físicos marcaram a experiência do grupo Roda Caótica, na segunda edição da disciplina em 2013.

Fonte:
Equipe de docentes e monitores MAP-2001 em 2013.



Em 2017, o grupo formado por Denys Cardozo Domingues Alves (IME – Estatística), João Pedro Schimitt Silva (FAU – Design), Marcelo Rabello Rossi (IME – Ciência da Computação) e Mateus Merighi Cuconato (FAU – Arquitetura e Urbanismo) consolidou-se ao redor do desejo de explorar a confluência das áreas titulares no que se relacionam à ciência dos sons e à música. Iniciaram sua exploração com o objetivo inicial de construir um xilofone, que pensavam ser um instrumento de fabricação simples, portanto adequado a uma primeira aproximação que poderia se desdobrar em numerosas montagens. Rapidamente perceberam, no entanto, que a tarefa constitui desafio muito maior do que julgavam, e acabaram focando-se nela durante todo o desenvolvimento. As atenções rapidamente se voltaram para explorações minuciosas das qualidades dos materiais, em especial ao problema de que espécie de madeira se adequaria melhor à função das teclas do xilofone. Critérios objetivos e subjetivos, como intensidade sonora, sustentação e clareza foram estabelecidos, e suposições a respeito das características físicas de cada espécie — como a densidade, dureza, e até a disposição dos veios — foram investigadas extensamente em movimento de forte referência empírica, aliada a uma aguçada sensibilidade. Teclas semelhantes foram produzidas em diferentes madeiras, e então testadas comparativamente. Também se experimentou com diferentes configurações da caixa de ressonância e fixação dos elementos sonoros. A afinação, principal ponto de contato com a matemática, se dava pelo paciente desbaste de material num formato específico da tecla.



Figura 7. A construção de um xilofone foi motivação suficiente para, no contexto do exercício proposto, mobilizar investigações empíricas extensas e refinadas, apoiadas no trabalho direto com a matéria.

Fonte:
Fotos do autor

Havia, na mesma edição, outro grupo que tinha em comum o interesse de trabalhar o som, ainda que em uma abordagem diferente. Naturalmente constituíram-se, então, interações entre os dois grupos que foram mutuamente benéficas. Enquanto o outro grupo se concentrou nas possibilidades de visualização dos sons, explorando montagens envolvendo espelhos, luzes e água (também alcançando resultado bastante interessante), este se atentou às dificuldades presentes em hipóteses de trabalho aparentemente modestas, notando como estas são reveladas pelos dados da exploração material em comparação com as construções abstratas e generalizadas da ciência exata. Realizou, assim, percurso de grande valor pedagógico, alinhado aos termos dos objetivos da disciplina.

Na edição de 2019, um grupo em específico apresentou um processo bastante diferente do usual. Trata-se do Bluecoffee – Aplicativo para controle de cafeteira via Bluetooth, de Guilherme Françaço Santos (FAU – Arquitetura e Urbanismo) e Eugênio Augusto Jimenes (IME – Ciência de Computação). Bem cedo, os alunos tiveram que lidar com a desistência de um dos integrantes, que os reduziu a uma dupla. A aproximação dos integrantes em torno de um tema de alta popularidade no momento (a chamada internet das coisas e a automação de aparelhos elétricos domésticos) resultou numa definição relativamente apressada do objeto a ser projetado em termos de seu desempenho funcional. De partida, a ideia era a produção de um aparelho capaz de controlar a ativação de uma cafeteira tradicional através de um aplicativo para celular. Justificar a escolha de tal tema, em vista da proposta de aproximação dos campos disciplinares, resultou um tanto nebuloso: parece identificar-se mais com o Design, no sentido de atacar um problema de projeto tradicionalmente incluído em seu domínio, enquanto com a Matemática guarda relação fundamentalmente ferramental. A disciplina se faz presente apenas como detalhe técnico que dá suporte à programação eletrônica, fora dos limites de interação do usuário final.

Ao longo do desenvolvimento houve um baixo engajamento dos integrantes com as possibilidades de exploração material oferecidas pelo laboratório. Suspeita-se que a definição muito clara dos objetivos gerou uma mentalidade de “solucionar problemas” excessivamente apoiada em pesquisas na internet, levantando opções de módulos eletrônicos e manuais de montagem de hardware e software, um procedimento de trabalho mais afim à ideia de integração de sistemas do que à proposta dos exercícios. Alinha-se a esta mentalidade a separação explícita das funções entre os integrantes do grupo, mantendo-os estritamente em seus campos disciplinares de origem: o aluno da Computação desenhando as interações entre hardware e software, enquanto o da Arquitetura e Urbanismo ocupava-se do desenho da interface do aplicativo. Tal atitude é avessa a uma prática propriamente interdisciplinar e colaborativa. O produto final constituiu um protótipo plenamente funcional a partir da composição de elementos já pré-configurados, sem qualquer subversão do propósito para os quais eles foram desenhados.

Figura 8. Processo de construção e produto final do grupo Bluecoffee, em 2019

Fonte:
Vinícius Juliani



Entende-se que esta trajetória, coerente em si e comprometida com os próprios objetivos, configura exercício pedagógico de grande valor no domínio do planejamento de produto. No entanto, lida a partir dos objetivos da disciplina, parece apresentar vícios de processo que a destacam como exemplo a não ser seguido. A separação estrita das funções na equipe dentro das fronteiras disciplinares de cada integrante é contraproducente para a interação transdisciplinar que se propõe. Além disso, o procedimento baseado em compor elementos técnico-funcionais, com baixa intervenção material propriamente criadora de diferentes configurações construtivas, resulta num produto funcional que pouco se relaciona às explorações visuais e táteis de conceitos matemáticos, objetivo que é caro ao curso. Registra-se aqui como ilustração de um tipo de caminho que convém ser evitado, indicando a pertinência da elaboração de estratégias docentes para tal.

CONCLUSÃO

Voltamos ao objeto de estudo proposto, a disciplina MAP-2001: Matemática, Arquitetura e Design, a fim de avaliar seus procedimentos heterodoxos sob algumas das lentes teóricas possíveis. Como sugere o nome, ela possibilita intenso intercâmbio interdisciplinar, reconhecendo as complementaridades entre os campos. Ademais, promove inovações metodológicas importantes em seus procedimentos. Uma dessas inovações pauta-se na exploração dos temas de interesse dos alunos não a partir de um método de projeto dado a priori, mas sim a partir da prática e reflexão do fazer. Isso contribui para estimular a emergência de uma “instância metodológica” (Rozestraten *et. al*, p.143), operada

conscientemente pelos alunos em paralelo a seus trabalhos. Investigam os modos de fazer em panorama comparativo, informando suas decisões de projeto tanto quanto sendo influenciados por elas.

Formam-se assim alunos críticos com relação a métodos pré-definidos, que confiam em suas capacidades individuais e de interação coletiva para analisar, pesquisar, comparar, propor e desenvolver soluções variadas para situações ainda desconhecidas. (*ibid*, p.143)

Tal instância metodológica refere-se a um domínio consciente do aprendiz sobre seus próprios processos cognitivos — e através dela ecoa também a autonomia, tanto enquanto preceito metodológico quanto como objetivo de aprendizagem. Assemelha-se a um espaço de possibilidades no qual se tensionam imagens em movimento, entre ensaios de realidade e a realidade material; um espaço em que um percurso tortuoso caracteriza a própria atividade do projetar. Schön (1992) pretende reconhecer o domínio dos “mundos de projeto” (*design worlds*) como um espaço imaginativo, de regramento coerente e no qual se exerce pleno desígnio sobre o que, para todos os efeitos, existe. O Arquiteto ou Designer projeta a partir de “conversas reflexivas” neste espaço, promovendo “jogadas” (*moves*) que integram dados proeminentemente de seus aparelhos sensoriais e motores (*ibid*, p. 4-5).

Duas dimensões da reflexão sobre o assunto se abrem aqui como pontos de contato entre a experiência promovida pela disciplina MAP-2001 e conceituações teóricas relevantes. A primeira relaciona-se ao principal procedimento didático, que se baseia na interação direta com a matéria em laboratório, e a segunda aprofunda a discussão a respeito dos benefícios da aproximação interdisciplinar.

Cárcamo (2018) relaciona os campos da teoria arquitetônica e da linguística, partindo da ideia de linguagem como base material do pensamento (Itzigsohn, *apud* Cárcamo, 2018). Contrariando uma interpretação imprecisa que julga corrente, afirma que as representações de arquitetura não configuram algo como “uma linguagem própria para uma espécie de pensamento arquitetônico”, mas que este *corpus* arquitetônico configura mais propriamente uma *inteligência* do que pensamento, e que se fundamenta numa outra base material que não a da língua: a das mãos. Em vez de linguagem, *mãoagem* ou, em mais elegante palavra, *manuagem*. No domínio da manuagem se encontram as atividades de relação direta entre o corpo e a materialidade, no debater-se com a matéria: as conformações, modelagens, cortes, desbastes, encaixes, acoplamentos, registros, sulcos, marcações. Ao focar sobre estas operações como principais ferramentas de projeto, a disciplina MAP-2001 oferece aos alunos algo como uma sintática da manuagem, afeita às características da duplicidade, não linearidade e espacialidade próprias das mãos. Desta forma, trabalha a fim de consolidar um repertório do ambiente imaginativo dos devaneios sobre mundos possíveis — o próprio projetar.

A segunda reflexão apropria-se da diferenciação entre um paradigma racional da solução de problemas e um paradigma reflexivo. O primeiro, próprio da ciência, tende a focar-se prioritariamente em entender o problema para depois solucioná-lo (Barros, 2016, p.57), enquanto o segundo parte da elaboração de propostas que não o solucionam, de início, mas que avançam para outras proposições que eventualmente o fazem. Reconhece-se que a MAP-2001 movimenta ambos os paradigmas, considerados complementares em projeto, encarnados cada um num dos campos disciplinares tensionados em contato: a racionalidade lógica da Matemática em complementaridade com a conversa reflexiva da Arquitetura e do Design. Assim, permite convidar explicitamente o aluno a habitar, ao menos naquela ocasião, paradigma oposto (mas complementar) a seu habitual, localizado em seu campo disciplinar de origem.

Estes pontos de aproximação com tal base teórica permitem leitura bastante favorável a respeito do sucesso da disciplina observada em atingir seus objetivos pedagógicos. Algumas

das situações de projeto descritas entre os trabalhos discentes se reconhecem como exemplos das conceituações teóricas levantadas, permitindo estabelecer lentes avaliativas sobre o próprio processo de ensino-aprendizagem.

Ao registrar uma parcela da experiência acumulada em cinco edições do curso, após quase uma década de sua implantação original, espera-se contribuir para o debate a respeito dos processos de ensino-aprendizagem contextualizados nas disciplinas de projeto de maneira mais ampla, indicando algumas das experiências bem-sucedidas e colocando-as em análise. Neste contexto, a MAP-2001 figura como um exemplo estabelecido do tipo de reconfigurações metodológicas que necessitam de maiores experimentações no campo do ensino. O trabalho verdadeiramente colaborativo, que dissolve fronteiras disciplinares enquanto consciente de seus próprios propósitos e caminhos metodológicos, constitui ferramenta fundamental para o enfrentamento dos problemas complexos do mundo contemporâneo; e, para desenvolvê-lo, estima-se necessárias mudanças significativas na configuração de nossas universidades.

AGRADECIMENTOS

Aos professores Eduardo Colli, Deborah Raphael e Artur Rozestraten, que, além de permitir convívio e diálogo neste singular exercício, muito gentilmente forneceram material farto, de *press-kits* a anotações de aula. À leitura crítica e contribuição conceitual do orientador Gil Barros. Também a Vinícius Juliani, monitor acadêmico da edição de 2019, por fotos, pôsteres e comentários acerca daquela ocasião.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARROS, Gil. **Racionalidade e problemas selvagens no projeto de cidades inteligentes**. Atas do 1º Colóquio Internacional ICHT, 16 a 17 de março, 2016, São Paulo. Imaginário: Construir e Habitar a Terra; Cidades 'Inteligentes' e Poéticas Urbanas.

BEESON, Simon. **Make Re-Make: A Temporary 1:1 Workshop for Architectural Education**. In: NCBDS 32 1:1 Proceedings. San Luis Obispo: Cal Poly, 2016.

BLIKSTEIN, Paulo. **Digital Fabrication and 'Making' in Education: The Democratization of Invention**. In: WALTER-HERRMMAN, Julia; BUX CHING, Corinne. **FabLab: Of Machines, Makers, and Inventors**. Bielefeld: transcript, 2014.

CÁRCAMO, M. A. **El Manuage: 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', 2017.

_____. **Pensamento e inteligência em projeto arquitetônico. Uma revisão dos "agens" do ofício: linguagem, grafoagem e mãoagem**. Revista arq.urb, São Paulo, n. 22, p. 27-42, maio/agosto 2018. Disponível em: <https://revistaarqurb.com.br/arqurb/issue/archive>. Acesso em 26 mai. 2021.

Centro de Divulgação e Ensino Matemática. **MATEMATECA** (site institucional). São Paulo: c2020. Disponível em: <http://matemateca.ime.usp.br/>. Acesso em: 23 mai. 2021.

FAPESP – Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo. **USP terá 29 laboratórios para inovação na graduação**. São Paulo: c2012. Disponível em: <https://agencia.fapesp.br/usp-tera-29-laboratorios-para-inovacao-na-graduacao/15850/>. Acesso em: 26 mai. 2021.

FAUUSP – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da USP. **Modelos e Ensaios – FAUUSP** (site institucional). São Paulo: c2021. Disponível em: <https://www.fau.usp.br/apoio-didatico/modelos-e-ensaios/>. Acesso em: 24 mai. 2021.

HADDAD, Sérgio. **O Educador: um perfil de Paulo Freire**. São Paulo: editora Todavia, 2019.

LAWSON, Bryan. **A laboratory study of design students. In: How Designers Think: The Design Process Demystified** (p.41-48). Burlington, MA: Architectural Press, 2005.

PALLASMAA, Juhani. **As Mãos Inteligentes: A Sabedoria Existencial e Corporalizada na Arquitetura**. Tradução de Alexandre Salvaterra. Porto Alegre: Bookman, 2013.

PAPERT, Seymour. **Constructionism: Research Reports and Essays, 1985-1990**. Cambridge: The MIT Press, 1992.

RESNICK, Mitchel. **Lifelong kindergarten: cultivating creativity through projects, passion, peers, and play**. Cambridge: The MIT Press, 2017.

ROZESTRATEN, Artur; RAPHAEL, Deborah; COLLI, Eduardo. **Matemática, Arquitetura e Design: transgredindo fronteiras**. São Paulo: Editora Edgard Blücher, 2017.

ROZESTRATEN, Artur. **Representações: Imaginário e Tecnologia**. São Paulo: Annablume Editora, 2019.

SCHÖN, Donald. **The Reflective Practitioner: How Professionals Think in Action**. London: Temple Smith, 1983.

SCHÖN, Donald. **Designing as reflective conversation with the materials of a design situation**. Knowledge-Based Systems, n. 1 v. 5, p 3-14. 1992. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/0950-7051\(92\)90020-G](https://doi.org/10.1016/0950-7051(92)90020-G), acesso em 27 jun. 2021.

USP – Universidade de São Paulo. **MAP-2001 - Matemática, Arquitetura e Design** (programa da disciplina). São Paulo: c2016. Disponível em: <https://uspdigital.usp.br/jupiterweb/obterDisciplina?nomdis=&sgldis=MAP2001>. Acesso em: 23 mai. 2021.

Notas

ⁱ O Laboratório de Modelos e Ensaios da FAUUSP recentemente teve seu nome alterado para STMEEC — Seção Técnica de Modelos, Ensaios e Experimentações Construtivas. Mantém-se aqui o uso da versão anterior, ponderando sua relevância histórica e maior reconhecimento, além da afinidade com a vocação didática que aqui se enfatiza.

ⁱⁱ Trata-se da tradição que começa pelo reconhecimento do desenho como gerador das ideias de projeto. Segundo Rozestraten (2019), “O desenho é ação poética e processo formativo de ideias. Desenha-se para formar ideias e não, propriamente, o contrário” (p. 204). Tal reconhecimento já era consolidado nas experiências pedagógicas modernas da Bauhaus e da Vkhutemas, e pode ser notado em ocasiões mais antigas. Juhani Pallasmaa reconhece a base sensível e motora desta ênfase no desenho, com “The Eyes of The Skin”, de 1996, e “The Thinking Hand”, de 2009. Maurício Cárcamo Pino (2018) recupera a expressão *Manuage*, em oposição à linguagem, e oferece uma ponte para o conceito de *Embodied Cognition*, das ciências cognitivas.

ⁱⁱⁱ Menciona-se, em específico, uma linha que começa com Seymour Papert e seu conceito de construcionismo, derivado do construtivismo de Piaget (Papert, 1992). A partir dele, a consolidação dos laboratórios “Lifelong Kindergarten”, de Mitch Resnick (2017) e “Transformative Learning Technologies Lab”, de Paulo Blikstein (2014), veicula a “Educação *Maker*” e as chamadas “Metodologias Ativas”, trazendo-as para a prática pedagógica de centenas de escolas de ensino básico dos Estados Unidos e Brasil. Tais “metodologias” (ou, mais propriamente, procedimentos)

reconhecem o valor da corporalidade baseada em atividades do fazer inclusive em sua ênfase técnica.

^{iv} Utiliza-se aqui no sentido inaugurado por Horst Rittel (apud Barros, 2016). Os problemas selvagens (*wicked problems*) são de difícil formulação, têm limites e condições difusas, e não admitem soluções simples. Estes são endereçados em situações de projeto com alguma frequência. Não se defende aqui que as equipes estariam propriamente enfrentando tal espécie de problema em cada percurso, mas que os problemas descobertos nestes percursos, em especial os que têm origem na teoria matemática, têm o potencial de reproduzir certas características deles — portanto mobilizam estratégias cognitivas favoráveis para ambientes complexos.