

Rodrigo Garcia Alvarado

Doctor en Representación
Arquitectónica, Académico, Departamento de
Diseño y Teoría de la Arquitectura, Facultad de
Arquitectura, Construcción y Diseño
Universidad del Bío-Bío
Concepción, Chile
<https://orcid.org/0000-0003-2216-2388>
rgarcia@ubiobio.cl

Gonçalo Castro Henriques

Doctor Europeu FAUTL- Laboratório
de Modelos e Fabricação Digital (LAMO) -
Programa de Pos-Graduação em Urbanismo
(PROURB)
Universidade Federal do Rio de Janeiro
Rio de Janeiro, Brasil
<https://orcid.org/0000-0002-4848-2032>
gch@fau.ufrj.br

Mauro Chiarella

Doctor Europeo, Profesor Titular (Ded.
Exclusiva A), Facultad de Arquitectura, Diseño
y Urbanismo - Investigador Independiente,
Carrera del Investigador Científico y
Tecnológico (CIC)
Universidad Nacional del Litoral
- Consejo Nacional de Investigaciones
Científicas y Técnicas (CONICET)
Santa Fé, Argentina
<https://orcid.org/0000-0003-0159-8043>
mchiarella@hotmail.com

Cocriação: colaborações emergentes ibero-americanas em arquitetura e manufatura digital

Co-creating together: Ibero-American
emergent collaborations in architecture and
digital manufacture

Cocreación: Colaboraciones iberoamericanas
emergentes en arquitectura y en fabricación
digital

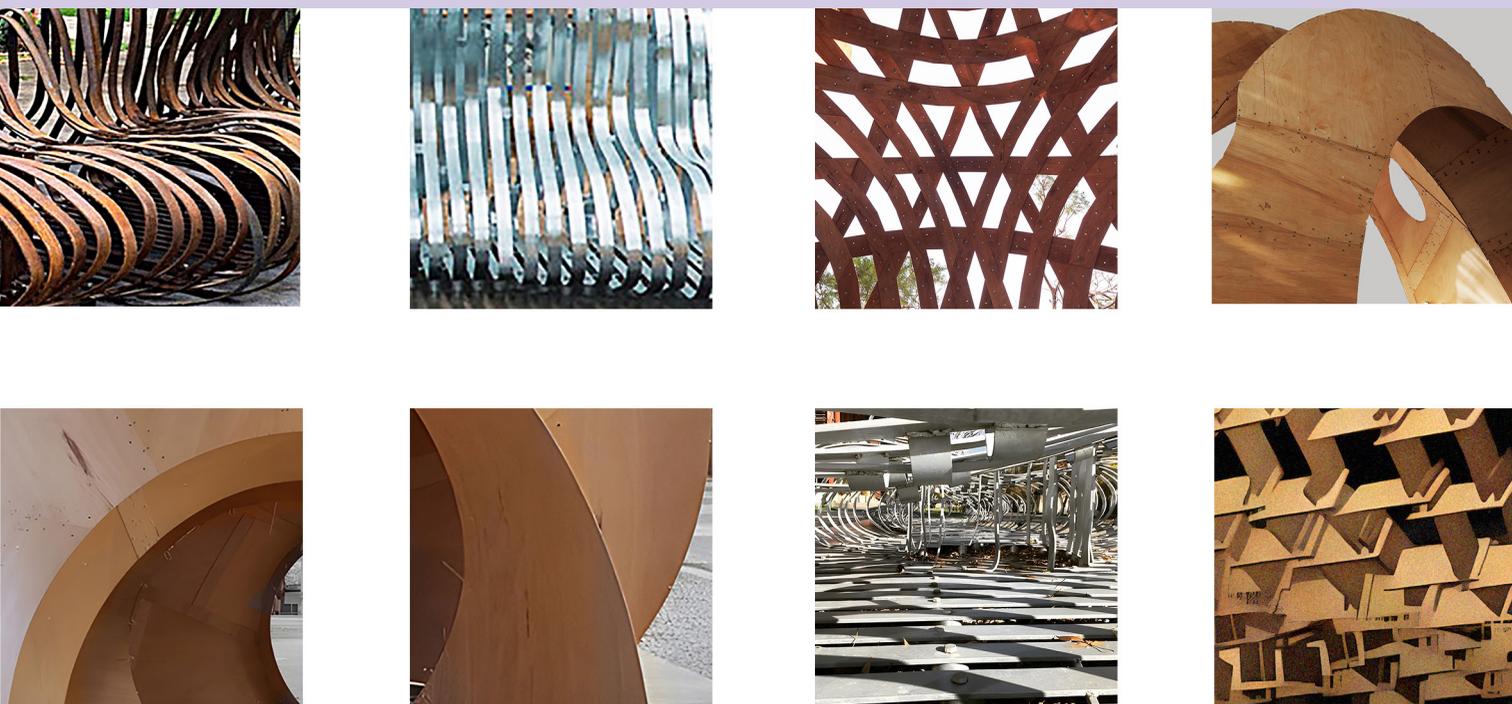


Figure 0 Mapa de padrões geométricos gerados por desenho paramétrico e fabricação digital correspondentes aos casos analisados no artigo. Fonte: Mauro Chiarella 2022.

Esta investigación se enmarca en el Proyecto PICT2019-04263 CAI+D2020 (Código: 50520190100031LI) y el FONDECYT 1100374

RESUMO

As novas tecnologias de design e fabricação digital difundidas com a globalização, potencializam ferramentas e processos inovadores para a arquitetura. Estas novas tecnologias abrem diferentes oportunidades profissionais, forjando relações alternativas com a sociedade, especialmente em gerações e países emergentes. Este artigo pretende refletir sobre estas novas experiências colaborativas, entre universidades ibero-americanas, contando com o uso intensivo de tecnologias digitais na arquitetura. Para superar as lacunas tecnológicas, descrevemos os esforços colaborativos para produzir construções na escala real, mediante a colaboração em rede, que resulta na hibridização dessas “novas mídias” adaptadas aos seus contextos locais e culturais. Estas iniciativas surgem da tentativa de superar a escassez de recursos das Universidades locais e seus processos institucionais rígidos. Além disso, anseiam promover a conectividade global junto das novas gerações, por meio de ações informais e coletivas que rompem com o ensino tradicional, aplicando técnicas avançadas em processos criativos coletivos. Estas experiências revelam uma autoria arquitetônica distribuída entre todos os participantes que colaboram na conceitualização, programação, gestão e execução do projeto, com diversas práticas híbridas e uma poderosa sinergia coletiva; que também resultam em novas propostas ampliadas que desdobram novas relações com o meio ambiente e a comunidade. Assim, essas ações tendem por si mesmas a integrar e projetar novos horizontes na colaboração arquitetônica. Este artigo tem como objetivo mapear essas ações espaço-temporais em arquiteturas do sul global (Santos 2014).

Palavras-chave: Cocriação, Fabricação Digital, Sul Global, Superação Criativa.

ABSTRACT

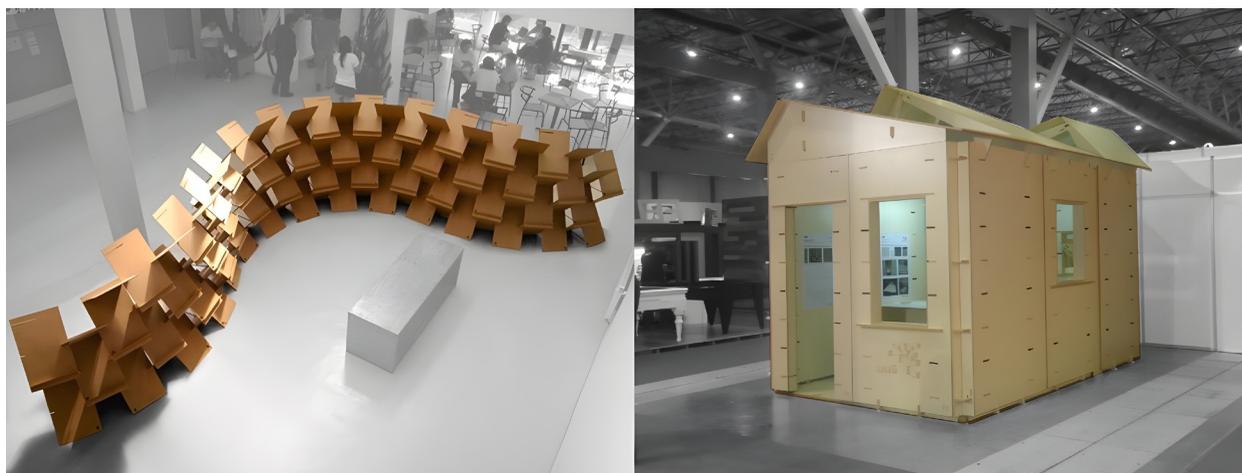
Innovative technologies for digital design and manufacture have spread with globalization, providing improved working tools and processes for architecture. These technologies open up different professional opportunities, forging alternative relations with society, especially for new generations and emerging countries. This article reflects on novel collaborative experiences between Ibero-American Universities, accounting for the intensive use of digital technologies in architecture. To bridge technological gaps, the authors describe collaborative efforts to produce full-size constructions, using networking, which results in a hybridization of these “new media” adapted to local and cultural contexts. These initiatives arise from an attempt to overcome the lack of resources at local Universities and their rigid institutional processes, along with their concerns about promoting global connectivity for new generations, leading to informal and collective actions that break with traditional teaching, applying advanced techniques in unseen collective and creative processes. These experiences reveal an architectural work distributed among all the participants that collaborate in the conceptualization, programming, management, and execution of the design, with diverse hybrid practices, and a powerful collective synergy. This also results in new expanded proposals that unfold new relationships with the environment and the community. Thus, these actions tend, by themselves, to integrate and project new horizons in architectural collaboration. This article aims at mapping these spatial-temporal actions in Architecture from the global south (Santos 2014).

Keywords: Co-creation; Digital Manufacture; Global South; Creative Problem-solving

RESUMEN

Las tecnologías innovadoras disponibles para el diseño y la fabricación digital se han difundido con la globalización, entregando mejores herramientas y procesos para la arquitectura. Estas tecnologías abren diferentes oportunidades profesionales, creando relaciones alternativas con la sociedad, especialmente para las nuevas generaciones y para los países en vías de desarrollo. La intención de este artículo es intentar reflexionar sobre experiencias colaborativas innovadoras entre las universidades iberoamericanas, dando cuenta del uso intensivo de tecnologías digitales en la arquitectura. Para cerrar las brechas tecnológicas, se describen esfuerzos colaborativos para producir construcciones de tamaño real, usando la colaboración en red, que resulta en una hibridación de estos “nuevos medios”, adaptados a los contextos locales y culturales. Estas iniciativas surgen de un intento por superar la falta de recursos de las universidades locales y sus rígidos procesos institucionales, junto con sus preocupaciones sobre la promoción de la conectividad global para las nuevas generaciones, lo que lleva a acciones informales y colectivas que rompen el molde de la enseñanza tradicional, aplicando técnicas avanzadas a procesos creativos colectivos. Estas experiencias revelan un trabajo arquitectónico entre todos los participantes que colaboran en la conceptualización, programación, manejo y ejecución del diseño, con diversas prácticas híbridas y una poderosa sinergia colectiva. Esto también resulta en nuevas propuestas expandidas, que resultan en nuevas relaciones con el medioambiente y la comunidad. Así, estas acciones tienden, por sí mismas, a integrar y proyectar nuevos horizontes en la colaboración en la disciplina de la arquitectura. Este artículo busca mapear estas acciones espacio-temporales en la arquitectura del sur global (Santos, 2014).

Palabras clave: co-creación; fabricación digital; sur global; superación creativa.



INTRODUÇÃO

Figura 1 Experiências Muro-Pixel e Casa G. Primeiros exemplos de colaborações de design e fabricação digital na Ibero-América. Fonte: Rodrigo García-Alvarado.

A mudança de condição, devida à difusão tecnológica acelerada dos meios digitais, coloca em simultâneo, o mesmo tipo de inquietações, em diferentes contextos, com diferentes graus de industrialização (Kieran e Timberlake, 2004). Esta mudança de contexto arquitetônico estimulou a emergência da SIGraDi - Sociedad Iberoamericana de Gráfica Digital - em 1997, trazendo para a reflexão o impacto desigual da quarta revolução industrial no contexto ibero-americano, sem a consolidação de revoluções industriais anteriores (como a produção em massa e a produção em série) em termos tecnológicos e sociais. Neste contexto, a dificuldade de acesso a fundos autônomos e a recursos dedicados para atualizar a produção de conhecimento da academia, de projeto e de construção, é um desafio a superar (Monedero, 2003). Este desafio estimula o diálogo, a colaboração e a troca de recursos humanos e tecnológicos como forma de integrar e partilhar conhecimento num contexto que ultrapassa as fronteiras dos países (Davis, 2019). Tal como as iniciativas ELEA em 1983, o Supersudaca surgiu em 2001 e a Plataforma de Arquitectura (agora ArchDaily) em 2008. No entanto, o efeito “SIGraDi” leva tempo para se expandir e, uma década após sua criação, encontram-se os autores deste artigo - do Chile, Brasil e Argentina - e iniciam uma colaboração nesse contexto, com o desejo de uma melhoria coletiva que está vivo até hoje.

Este artigo procura estabelecer uma breve cartografia de um conjunto de colaborações entre diferentes países, instituições, mas sobretudo coletividades – cocriando em conjunto – que avançam mediante o interesse científico, mas também a partir da amizade entre pares, projetando novas perspectivas profissionais para a arquitetura e para a sociedade. Partimos da hipótese de que essas experiências evidenciam um diálogo sociotécnico e procedimentos de cocriação, temos o objetivo específico de analisar as suas características, condições e potencialidades.

Esse tipo de colaboração envolvendo design e fabricação digital na Ibero-América foi abordado em publicações anteriormente por Sperling et al, 2015; Scheeren et al, 2018; Wallisser et al 2019. Esses trabalhos registram diversas iniciativas e participantes, proporcionando um panorama e tendências, mas sem uma análise aprofundada dos artefatos resultantes. Além disso, revisões recentes como Scheeren e Sperling,

2019; Herrera et al, 2020 e Celani, 2020, mostram o desenvolvimento histórico e a diversidade da emergência tecnológica na Ibero-América para o ensino de arquitetura, apontando para a fabricação digital e para modelos de implementação. Davis, 2019, também revela casos práticos que demonstram o potencial da cocriação no ensino de arquitetura.

Neste artigo, reunimos e descrevemos o processo de design em cocriação usando as mídias digitais e a manufatura digital (conforme definido por Kolarevic 2003; Stacey, 2004; Gramazio e Kohler, 2008), a partir das experiências em cada universidade e comunidade, mas com foco especial nas experiências conjuntas desenvolvidas de forma colaborativa. As tecnologias utilizadas são modelagem 3D, renderização digital, design generativo e paramétrico, corte a laser, fabricação CNC e dobradura de aço. A sequência cronológica estabelece uma relação entre estas atividades, bem como uma análise e discussão das suas características, enquadrando tanto os aspectos tecnológicos e criativos envolvidos, como as limitações sociais e arquitetônicas que procuramos ultrapassar. A metodologia combina assim descrições operacionais e institucionais, bem como reflexões sobre suas particularidades e inter-relações. Esta descrição também se baseia na experiência acadêmica dos autores, que foram ensinados e trabalharam segundo convenções disciplinares e buscam explorar novos meios e possibilidades, adquirindo tecnologias avançadas em outros países adaptando-as para ampliar as habilidades locais ajustadas à realidade ibero-americana, destacando tanto a encruzilhada cultural, como a transformação das profissões.

A nossa cartografia concentra-se em nove experiências, três em cada instituição e com a liderança de cada um dos três autores (incluindo uma realizada em conjunto por dois deles) e a última, que foi liderada justamente pelos três autores em conjunto. Descrevemos o itinerário dessas atividades com os procedimentos técnicos utilizados de acordo com a terminologia institucional, mas fundamentalmente revendo suas implicações pedagógicas. A análise aborda três facetas principais que alteram o horizonte disciplinar e procura aprofundar as projeções dessas experiências diante dos pressupostos culturais.

Os autores encontraram-se pela primeira vez, na Conferência da SIGraDi em São Paulo, Brasil, em 2009, onde tiveram a oportunidade de conversar e partilhar experiências. Este congresso coincidiu com a introdução da programação visual, associada à fabricação digital, num curso ministrado por Gonçalo Henriques e Ernesto Bueno. Este curso de três dias introduziu os participantes sul-americanos na programação e deu início a uma série de experiências que também se intensificarão com o congresso. Mauro Chiarella e Rodrigo Alvarado trabalharam juntos em uma pós-graduação no exterior e começaram a pensar em como aplicar os experimentos em seus países. O segundo autor migrou da Europa para o Brasil, e tem o desafio de trazer e aplicar conhecimento em um novo contexto. Os três autores fizeram uma experiência conjunta em 2011, em

METODOLOGIA

EXPERIÊNCIAS PARTILHADAS

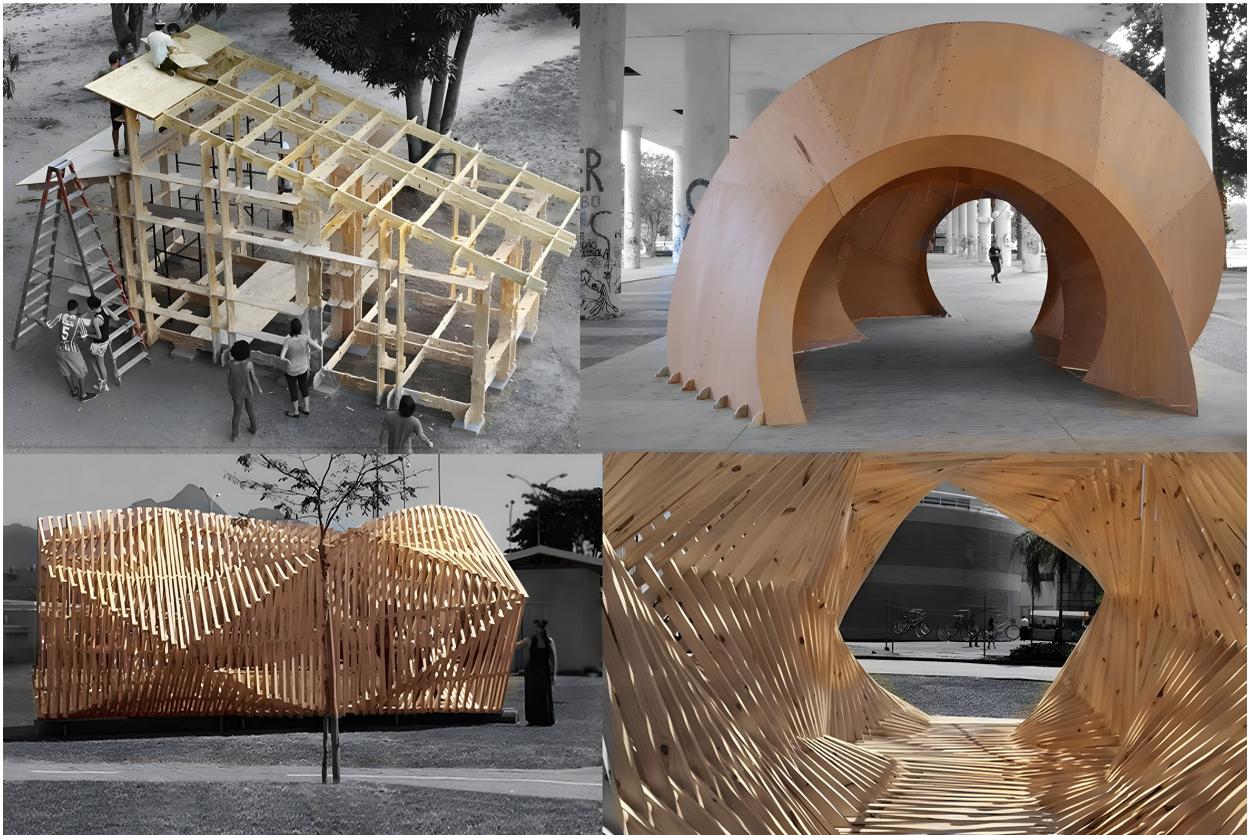
Santa Fé, Argentina, trabalhando com novas tecnologias e metodologias de projeto com estudantes locais. Desde então, as suas colaborações beneficiaram dos meios de comunicação remota, que os autores passaram a usar com mais frequência para trabalhar à distância. Não sendo atividades com datas ou ações pré-determinadas, a colaboração ocorre com trocas temporais espontâneas, contando com a troca de experiências à distância, com enquadramento nos congressos em que se reuniram (entre esses eventos estão o SIGraDi São Paulo 2009, Fortaleza 2012, Florianópolis 2015), e com alguns períodos de migração para intercâmbio (Chile> Brasil 2010, Argentina> Chile 2013, Chile e Argentina> Brasil 2020).

Muro-pixel (Pixel-wall) e Casa G (Casa G) (2008, 2010)

Em 2008 e 2010 foram realizadas as primeiras iniciativas colaborativas em fabricação digital e design paramétrico. O desenvolvimento do “Muro Pixel” na Universidad del Bío-Bío no Chile em 2008, está relacionada com a chegada da primeira cortadora a laser que permitiu cortar e montar placas com diferentes recortes e dimensões para instalações temporárias nos pátios das universidades (**Figura 1, esquerda**). Por meio da colaboração de um pesquisador chileno e brasileiro, foi desenvolvido um desenho paramétrico que permite montar diferentes configurações. De fato, a internet disseminou a experiência que foi replicada em diferentes países ibero-americanos, como um exercício introdutório de design paramétrico e fabricação digital, utilizando diferentes materiais e estratégias de fabricação de acordo com o contexto local. Isto motivou no ano de 2010 uma nova experiência na Universidade Federal do Rio Grande de Sul, no Brasil, numa colaboração do pesquisador chileno com faculdades locais na instalação de uma máquina CNC na Faculdade de Arquitetura, para demonstrar as suas potencialidades construtivas, mediante o desenvolvimento de um sistema habitacional com painéis embutidos denominado “Casa G” e orientado para a habitação popular e autoconstrução (Garcia Alvarado, Turkienicz, 2010), com um protótipo básico construído em escala real (**Figura 1, à direita**). Essa experiência foi desenvolvida em dois workshops intensivos nos quais estudantes brasileiros, argentinos e chilenos participaram juntos, desenvolvendo um programa urbano generativo, maquetes e um protótipo de habitação em tamanho real com o apoio de uma indústria local e expostos em feiras de construção.

Bancapar (2012-14)

Bancapar, que ganhou o prêmio de design Clap Platinum em 2015, é um banco projetado parametricamente, concebido como objeto de Arte Pública. O projeto foi autoproposto para a frente da Faculdade de Engenharia Industrial da Universidade do Bio-Bio, no Chile, e exigiu uma iniciativa conjunta, com gestão e autoria compartilhadas, com trabalho interdisciplinar entre alunos e professores da Universidade local e um grupo de pesquisadores docentes da Universidade Nacional do Litoral,



Argentina. Essa colaboração resultou em um projeto inédito de fusão de arte, tecnologia e manufatura na região. A experiência desenvolvida nos deixou dúvidas quando comparada com as formas tradicionais de fazer e pensar na disciplina de projeto (Chiarella e Garcia-Alvarado 2015). Nele, observamos que o uso de fórmulas paramétricas em uma prefiguração caracterizada pelo Design Colaborativo entre equipes de duas universidades e países ibero-americanos dissolveu o conceito de Autor/es e seu trabalho devido à manipulação de uma fórmula inicial dinâmica, independentemente de ter um resultado formal único e predefinido. O surgimento de novos domínios de criatividade coletiva levou ao uso da própria inventividade dos designers iniciais para expandir e aprimorar a imaginação dos demais sujeitos envolvidos no processo (Chiarella et al, 2020). As fórmulas paramétricas funcionaram como ferramentas para uma comunicação em linguagem universal potencializando esta criatividade, permitindo que o designer inicial perdesse o controle do processo de design, mantendo os objetivos e as diretrizes compartilhados.

Wiki-House (2014), Superfícies Helicoidais (2015), e Pavilhão Tornado (2017)

No Brasil, as experiências de fabricação digital começaram na Universidade Federal do Rio de Janeiro, eventualmente com uma influência subliminar (Casa-G). As experiências começaram com o desenvolvimento de sistemas construtivos no projeto final de graduação

Figura 2 Wiki-House, Superfícies Helicoidais e Pavilhão Tornado (2014, 2015, 2017), Fonte arquivo LAMO.

em Arquitetura de Clarice Rohde, e um esforço coletivo para produzir a primeira Wiki-House na Ibero-América em 2014 (Passaro e Rohde 2016) como um protótipo para habitação regular (**Figura 2 lado superior esquerdo**). Em 2014, Gonçalo Henriques migrou de Portugal para o Brasil para unir esforços na integração digital, no que diz respeito ao projeto computacional e à fabricação digital, para expandir a expertise local do LAMO, e da Universidade. Começou assim uma mudança de paradigma para os alunos, combinando a prática arquitetônica com as mídias digitais e a manufatura. Um desenvolvimento posterior utilizou superfícies planificáveis – pavilhão superfícies helicoidais / Butterfly Gallery (2015) instalado em um pátio na universidade (**Figura 2 superior direito**). O projeto foi desenvolvido com o arquiteto espanhol Andrés Pastor - convidado por Maria Angela Dias, envolvendo professores locais, alunos e a equipe do LAMO para o projeto e fabricação digital, e apoio à construção - que posteriormente foi para a Argentina e Chile, para construir em colaboração com os outros autores, 3 outros pavilhões usando fabricação digital HS-BG 2015, SSFS 2015, Bio-dune 2018 (Pastor, Alvarado 2019). Desde então, o LAMO organiza uma série de atividades anuais como Seminários e workshops, para vincular teoria e prática, tendo participado numa destas edições estudantes da Argentina em 2017 (Henriques, Bueno, Lenz, Sardenberg 2019). A construção do Pavilhão do Tornado em 2017 marcou um período de colaboração entre grupos locais que ressoou à distância para os outros grupos (Passaro, Henriques, Sansão, Tebaldi, 2019), assim como a construção na escala real (**Figura 2 abaixo**). Em 2011, o professor argentino Mauro Chiarella continuou seu pós-doutorado no Chile, visitou a cidade do Porto, em Portugal, e, assim, as interseções de saberes, culturas e experiências mistas começaram a se intensificar.

Pavilhões SSFS (2015) e Flexoinform (2019)

O SSFS “Same Slope - Folded Surface Pavilion” é um projeto que venceu o prêmio Silver Emporia 2016 para a Arquitetura Efêmera Inovadora, selecionado como pavilhão ecológico, reutilizável e reciclável. Esta cobertura de baixo custo é uma pele autoportante de 8 x 8 m feita de uma única camada de madeira de 5 mm (**Figura 3. esquerda**). O uso de algoritmos e design paramétrico permitiu desdobrar uma superfície complexa em um conjunto planar de peças planas que cortamos com tecnologia CAD-CAM. A montagem das peças é como um grande quebra-cabeça, usando dobras a frio para adquirir a sua forma e a resistência final. Ecológico, reutilizável, reciclável e sustentável. A forma geométrica, os materiais e o seu sistema de montagem de cabos tensores permitem a reutilização da instalação, que assenta no solo sem perfurações, respeitando o pavimento existente no local onde for instalado. A experiência do SSFS foi uma verificação do uso do Design colaborativo, em que o projeto inicial (Universidade de Sevilha) se nutriu do uso estratégico de geometrias planificáveis de igual inclinação para realizar a fabricação e montagem (FADU-UNL) de um pavilhão dobrado temporário. Iniciado em seu projeto pelo FabLab da Universidade



Espanhola, e Andrés Pastor; testado em dois de seus módulos por alunos do Mestrado, o pavilhão final foi construído integralmente em Sevilha para a Noite Europeia dos Pesquisadores, em setembro de 2015.

O Pavilhão recém-construído tem como objetivo utilizar o comportamento de flexão ativa como ferramenta de projeto tendo como referência a geometria de estruturas que se baseiam na deformação elástica de elementos inicialmente planos (**Figura 3 direita**). A AM é definida como a instrumentalização de uma das – “novas” – capacidades inscritas na Materialidade Digital (MD) a partir de uma Abordagem de Design Orientada à Performance (PDOD), e não como uma tipologia estrutural predefinida. A proposta metodológica baseia-se em um “form-finding” analógico-digital, como um EDOD. Em termos instrumentais, a modelagem paramétrica – de lógica matemática algorítmica –, a simulação digital – para a previsão do comportamento físico –, avaliação de cálculos numéricos computacionais e, finalmente, a fabricação CNC operaram para unir as diferentes instâncias de ideação, simulação, análise e fabricação em uma lógica contínua que reforma o modelo a partir de dados obtidos em cada momento. Nesse sentido, a experimentação empírico-analítica é ampliada digitalmente por meio de Processos Integrativos (PI) que constituem um novo procedimento e abordagem da geometria, para repensar os processos de ideação e abrir múltiplas possibilidades para emancipar – do paradigma moderno – a condição material na arquitetura. Flexoinform pretende produzir uma abordagem ao MD em arquitetura como uma proposta alternativa que desafie os métodos “convencionais” de projeto e construção em arquitetura por

Figura 3 Pavilhão SSFS (Same Slope - Folded Surface) (2015) e Flexoinform (2019). Fonte Chiarella, RILAB UNL.

meio do desenvolvimento de um algoritmo de projeto paramétrico que visa otimizar a relação operacional entre geometria, material e estrutura em curva laminar para coberturas com Flexão Ativa (AF).

Superfícies Mutáveis (2020)

O workshop Superfícies Mutáveis foi realizado no Rio de Janeiro de 9 a 15 de fevereiro de 2020. Este workshop foi organizado em conjunto por 4 universidades, de 4 países, Universidade Federal do Rio de Janeiro (Brasil), Universidad del Bío-Bío (Chile) Universidad Nacional del Litoral (Argentina) e Universidad de Costa Rica (Costa Rica), explorando um intercâmbio de irmãos, organizado por 4 países, alunos e tutores de 3 países, com uma língua mista Português-Espanhol, sendo a maioria dos participantes “nativos digitais” e tendo professores com formação clássica, mas entusiastas do digital. Para organizar o workshop, os organizadores pediram recursos estaduais, através de editais, mas o seu pedido não foi atendido. Para viabilizar o workshop, foi elaborada uma versão mais curta, buscando auxílio mútuo entre participantes locais e externos, para compartilhar a pesquisa e o conhecimento entre as universidades participantes, limitando o desenvolvimento físico a uma escala intermédia, deixando o objetivo inicial de um pavilhão 1:1 para um desenvolvimento futuro. Participaram alunos de graduação, mestrado e professores da Faculdade de Arquitetura FAU-UFRJ (8 participantes), Engenharia COPPE-UFRJ (2 participantes), Belas Artes EBA-UFRJ (2 participantes), Universidad del Bío-Bío (6 participantes), Universidad de Costa Rica (6 participantes).

Foi elaborado em conjunto um cronograma com 3 dias de treinamento, com palestras e tutoriais sobre programação visual pela manhã e exercícios práticos à tarde, seguidos de três dias de projeto aplicado. Este modelo híbrido de ensino e prática seguiu as experiências anteriores do LAMO, agora em versão estendida. As boas-vindas aos participantes foram dadas com a palestra de abertura de Andrés Passaro. No primeiro dia, houve palestras de Rodrigo Alvarado e de Carolina Vargas, seguidas de experiências práticas à tarde com Alexis Salinas e Paula Ignacio Ulloa. No segundo dia, houve palestras de Mauro Chiarella e Rebeca Duque Estrada, seguidas depois por exercícios de form finding com Pedro Engel, Adriane Ossaille, juntamente com assistência remota de Luciana Gronda e de Martín Veizaga da Argentina. Finalmente, no terceiro dia, Gonçalo Henriques e Juarez Franco introduziram os participantes em gridshells e estruturas pré-esforçadas, tendo à tarde os participantes projetado estruturas tipo gridshell com métodos de form finding e análise estrutural.

Após três dias de treinamento teórico e prático, sugerimos que os alunos trabalhassem em grupos de três, juntando participantes de diferentes países, resultando em sete propostas para o tema inicial. Após o brainstorming e um desenvolvimento esquemático rápido, cada grupo apresentou seu projeto. Selecionamos entre eles, os quatro com mais potencial, associando projetos com afinidades e ideias complementares. Por fim, nos últimos dois dias, os grupos desenvolveram em profundidade

Ano	Nome	Tecnologias	Instituições	Países
2009	Workshops SIGraDi SP	Design paramétrico e manufatura CNC	Mackenzie	Portugal, Chile e Argentina
2009-10	Muro-Pixel	Design paramétrico e cortadora laser	UBB-UNISINOS	Chile e Brasil
2010	Casa-G	Design paramétrico e manufatura CNC	UBB-UFRGS	Chile e Brasil
2011	Workshop Santa Fé	Design paramétrico e cortadora laser	FADU-UNL	Argentina, Chile e Portugal
2012-2014	Bancapar	Design paramétrico e dobragem de aço	UBB-UNL	Chile e Argentina
2014	Wiki-House	Design paramétrico e manufatura CNC	UFRJ	Brasil
2015	SSFS	Design paramétrico e manufatura CNC	UNL-US	Argentina e Spain
2015	Superfícies Helicoidais	Design paramétrico e manufatura CNC	UFRJ-US	Brasil e Spain
2017	Pavilhão Tornado	Design paramétrico e corte a laser	UFRJ	Brasil
2018	Pavilhão Bio-Duna	Design paramétrico e manufatura CNC	UBB	Chile e Espanha
2019	FlexoInform	Design paramétrico e manufatura CNC	UNL	Argentina
2020	Workshop Superfícies Mutáveis	Design paramétrico e corte a laser	UFRJ	Brasil, Chile, Argentina e Costa Rica

quatro projetos conceitualmente e com modelos form finding numa escala intermédia. Finalizamos com as apresentações de cada grupo e um diálogo intenso sobre as experiências e projeções.

Neste workshop a colaboração em grupo permitiu ultrapassar as limitações financeiras e alcançar um desenvolvimento conjunto, com troca de conhecimento humano, técnico e cultural. O desenvolvimento de um projeto com três temas revelou a necessidade de uma coordenação prévia mais aprofundada, que neste caso não foi possível dado o curto tempo de preparação. Um dos maiores desafios foi trabalhar com participantes com diferentes habilidades e culturas em um período curto; embora consideremos que houve desenvolvimentos interessantes, para um desenvolvimento posterior, seria necessário mais tempo para que os grupos trabalhem melhor juntos. Nesse sentido, a ideia de desenvolver o projeto em escala intermédia mostrou-se adequada, embora o grupo deseje construir na escala real. Agradecemos a todos que participaram deste evento, assim como dos outros presencialmente e aos demais participantes remotos que se uniram a esta força-tarefa ibero-americana.

Estas experiências apresentam uma sequência cronológica crescente e diversificada (**Tabela 1**), mas compartilham várias condições semelhantes (além de outras participações dos mesmos acadêmicos). Em primeiro lugar, promovem avanços no uso de novas tecnologias digitais de projeto e fabricação digital para a arquitetura, que os currículos universitários geralmente não contemplam, mas que tanto estudantes quanto profissionais e pesquisadores consideram relevantes. Em segundo lugar, correspondem a atividades circunstanciais, a iniciativas

Tabela 1 Resumo das experiências realizadas

Figura 4 Arquitetura e fabricação digital. Exemplo de Metodologia e experiências de trabalho com colaboração internacional. Fonte Chiarella RILAB UNL.

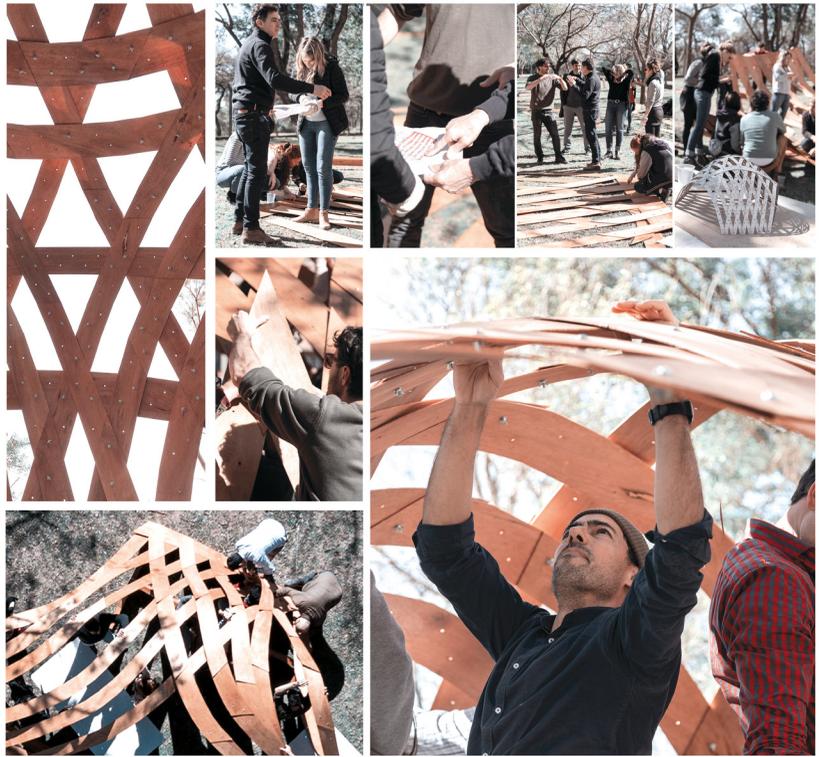
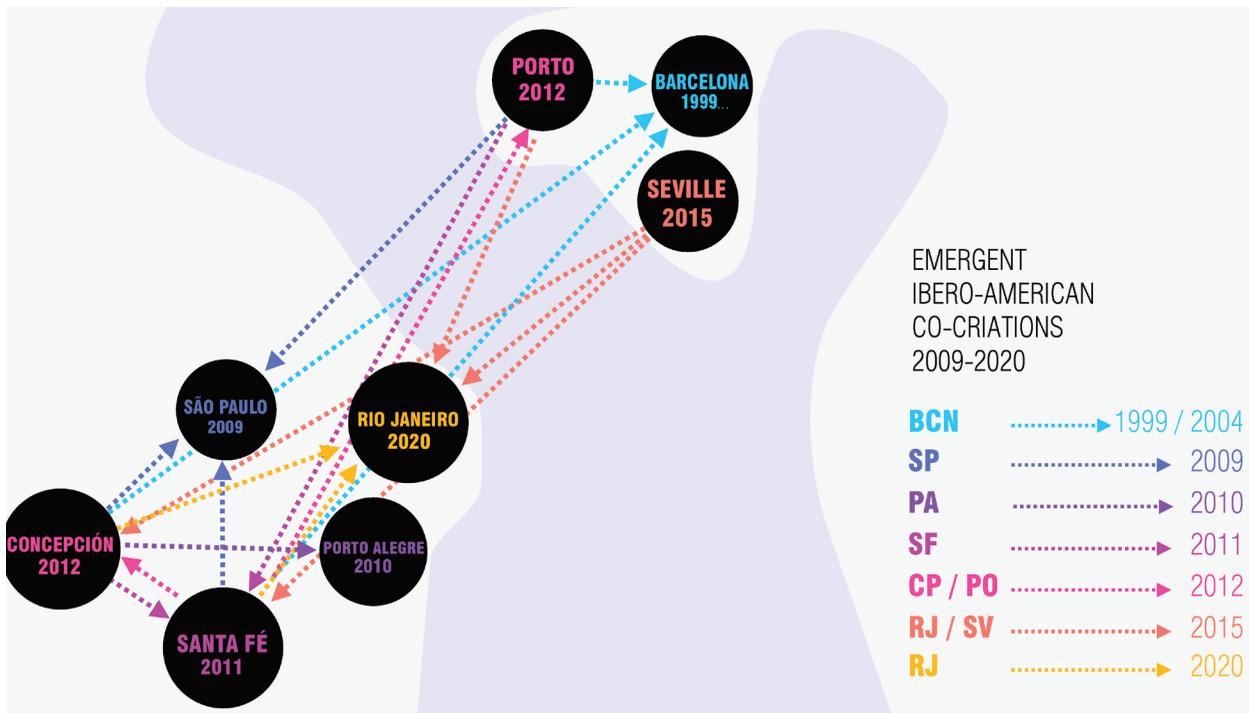


Figura 5 Diagrama de rede - Grafo das inter-relações de intercâmbio humano, de projeto e tecnologia entre cidades/ países/universidades. Fonte: Gonçalo Castro Henriques, 2022.



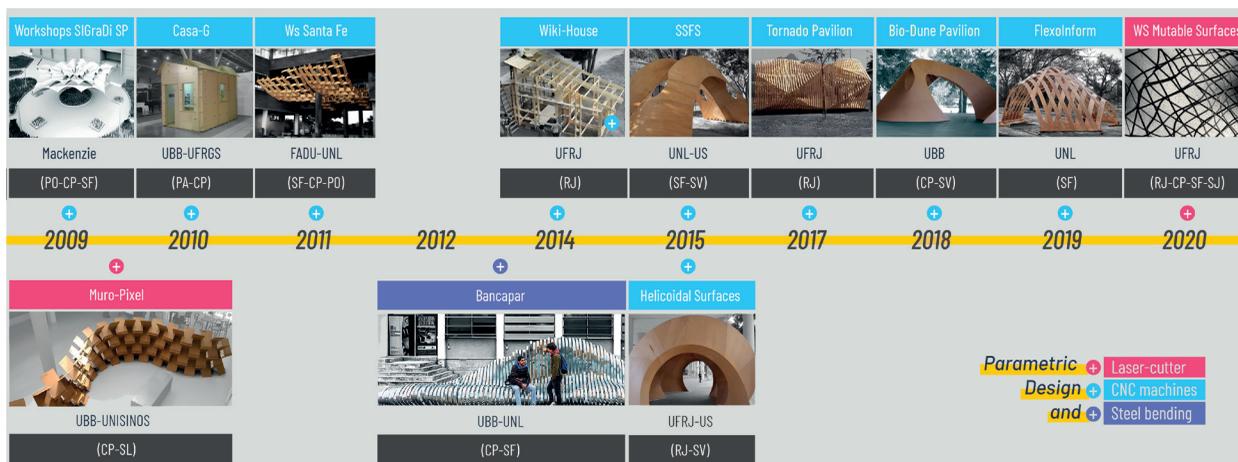


Figura 6 Cronograma dos projetos e das tecnologias desenvolvidas por meio da colaboração em rede. Fonte: Mauro Chiarella 2022.

coletivas autogeridas pelos mesmos participantes, compartilhando conhecimentos em desenvolvimento por meio de atividades práticas dos membros, em vez de processos de ensino com convidados estrangeiros. Assim, existe uma adaptação antecipada de tecnologias, desenvolvendo uma produção física coletiva, testando possibilidades de projeto e geralmente numa construção em tamanho real. Em terceiro lugar, estas experiências buscam novos desafios na arquitetura, contemplando necessidades sociais menos abordadas pela construção tradicional, em processos interativos, distantes da hierarquia usual de trabalho na indústria e até mesmo da distinção entre alunos e professores. Todos os participantes propõem o projeto, exploram juntos a execução e se organizam para solucionar as dificuldades que surgem, levantando exemplos fabricados coletivamente, sendo toda uma experiência com novas formas de produzir espaços habitáveis.

Os resultados destas colaborações são principalmente o aprendizado de novas tecnologias pelos participantes, mas também o desenvolvimento de novas metodologias de design e a experiência de trabalho em equipe, com colaboração internacional e uma visão mais ampla do trabalho profissional (Figura 4). Isso é evidenciado no trabalho em grupo, no foco das propostas para contribuições criativas com impacto disciplinar e social, e na intensa reflexão sobre seu papel na arquitetura. Além disso, a continuidade destas atividades deve enfrentar múltiplas dificuldades de organização e implementação, mas gerará novas iniciativas e interações. Isto permitirá mostrar um mapa de ações em diferentes lugares geográficos e instituições (Figura 5), com um cruzamento incessante de participantes, metodologias, técnicas e temas de estudo (Figura 6). Aplicamos ferramentas tecnológicas com uma visão cultural renovada em diferentes contextos sociais, o que retroalimenta a formação profissional.

Este artigo avança na cartografia espaço-temporal de experiências colaborativas de design e manufatura na Ibero-América. Cartografias semelhantes foram coletadas, por exemplo, por Sperling et al, 2015;

CONCLUSÕES

Henriques 2017, Scheeren et al, 2018; Chiarella, Bruscato, Henriques, Tortul, 2018; e Wallisser e Henriques 2019. Refletimos sobre os fluxos transitórios no contexto digital de instituições universitárias que geralmente não têm capacidade para implementar novas tecnologias, o que desencadeou iniciativas colaborativas que geralmente se caracterizam da seguinte forma:

a) Autoria e execução coletiva, em que se dissolve o papel do projetista, do construtor e dos operários. Todos participam em diferentes tarefas que colaboram na concepção e realização dos modelos, normalmente em construções na escala real.

b) Hibridação de tecnologias; o uso de software de código aberto, autoaprendizagem entre pares, comunicação global, crowd-founding e concentração de ações intensivas ao longo do tempo, com a combinação de materiais locais e equipamentos avançados, muitas vezes abordando a solução de dificuldades técnicas com processos manuais, demonstrando uma sinergia coletiva.

c) Desenvolvimento de novas soluções sociais; abordando novas formas e expressões arquitetônicas, propostas para o espaço público e funções urbanas abertas, com criação artística distribuída, sugerindo sobretudo alternativas de vivência temporária ou popular, intervenções artísticas em cocriação ou com participação do vizinho.

Estas características sociotécnicas evidenciam uma agenda de aprendizagem de novas capacidades e o compromisso cultural com o território, atravessando todas as iniciativas e participantes nas atividades. Elas impulsionam uma abordagem particular para atualizar a formação e visão dos arquitetos, além de fornecerem novos insights para o conhecimento global. As propriedades que emergem nestas iniciativas refletem uma cultura de trabalho comunitário e uma visão social renovada, apoiada pelos novos *media*, mas também por conceitos abertos e inovadores (Znoinska e Dumitrescu, 2021; Doyle e Sense, 2018). Propomos, assim, novos modos de colaboração arquitetônica para os desafios contemporâneos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alvarado, R. G., & Turkienicz, B. (2010). Generative House: Exploration of Digital Fabrication and Generative System for Low-cost Housing in Southern Brazil. *XIV SIGraDi 2010 / Disrupción, Modelación y Construcción: Diálogos Cambiantes, November*, 384–387. https://cumincades.scix.net/pdfs/sigradi2010_384.content.pdf

Chiarella, M., & Alvarado, R. G. (2015). Folded Compositions in Architecture: Spatial Properties and Materials. *Nexus Network Journal*, 17(2), 623–639. <https://doi.org/10.1007/s00004-014-0226-4>

Chiarella, M., Gronda, L., & Veizaga, M. (2019). RILAB - architectural envelopes: From spatial representation (generative algorithm) to geometric physical optimization (scientific modeling). In J. P. Sousa, G. C. Henriques, & J. P. Xavier (Eds.), *Architecture in the Age of the 4th Industrial*

Revolution - Proceedings of the 37th eCAADe and 23rd SIGraDi Conference (Vol. 3, pp. 17–24). SIGraDi eCAADe, Blucher. https://doi.org/10.5151/proceedings-ecaadesigradi2019_249

Chiarella, M., Miotto Bruscato, U., Henriques, G. C., & Tortul, C. B. (2018). Augmented Graphic Thinking. In C. L. Marcos (Ed.), *Graphic Imprints - The Influence of Representation and Ideation Tools in Architecture* (pp. 336–346). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-93749-6_28

Davis A. (2019) Understanding the Value of Co-creation Processes in the Built Environment, *Charrette*, Volume 5, Number 2, Autumn 2019, pp. 8-21 (14)

Doyle and Senske (2018) Digital provenance and material metadata: Attribution and co-authorship in the age of artificial intelligence. *International Journal of Architectural Computing*, 16(4) <https://doi.org/10.1177/1478077118800887>

Gabriela Celani (2020) Shortcut to the Fourth Industrial Revolution: The case of Latin America *International Journal of Architectural Computing* vol. 18 - no. 4, 320–334 <http://papers.cumincad.org/cgi-bin/works/Show?ijac202018401>

Gramazio, F., & Kohler, M. (2012). Digital materiality in architecture. *Space*, 537.

Henriques, G. C. (2017). Incorporating information technology in a network condition. In G. Celani & O. Kanoun (Eds.), *Frontiers of Science and Technology: Automation, Sustainability, Digital Fabrication - Selected Extended Papers of the 7th Brazilian-German Conference, Campinas 2016 Brazil* (p. 241). De Gruyter. <https://doi.org/10.1515/9783110537680-012>

Henriques, G. C., Bueno, E., & Lenz, D. (2019). Generative Systems: Intertwining Physical, Digital and Biological Processes, a case study. In J. P. Sousa, G. C. Henriques, & J. P. Xavier (Eds.), *Blucher Design Proceedings* (pp. 25–34). Editora Blucher. https://doi.org/10.5151/proceedings-ecaadesigradi2019_100

Herrera, Pablo C and Braida, Frederico (2019) Digital Technologies in Latin American Architecture - A Literature Review from the Third to the Fourth Industrial Revolution, en Sousa, JP, Xavier, JP and Castro Henriques, G (eds.), *Architecture in the Age of the 4th Industrial Revolution - Proceedings of the 37th eCAADe and 23rd SIGraDi Conference - Volume 1*, University of Porto, Porto, Portugal, 11-13 September 2019, pp. 431-440 http://papers.cumincad.org/cgi-bin/works/Show?ecaadesigradi2019_495

Kieran, Stephen; Timberlake, J. (2004). *Refabricating Architecture: How Manufacturing Methodologies are Poised to Transform Building Construction* (1st ed.). McGraw-Hill Education. https://www.amazon.com/Refabricating-Architecture-Manufacturing-Methodologies-Construction/dp/007143321X/ref=pd_sim_b_4

Kolarevic, B. (2005). *Architecture in the Digital Age: Design and Manufacturing* (1st ed.). Taylor & Francis. <https://books.google.com.br/books?id=sKwjngEACAAJ>

Martín-Pastor, A., & García-Alvarado, R. (2019). Developable wooden surfaces for lightweight architecture: Bio-dune pavilion. In F. Biancon & M. Filippucci (Eds.), *Lecture Notes in Civil Engineering* (Vol. 24, pp. 1481–1500). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-03676-8_60

Mendonça, D., Passaro, A., & Henriques, G. (2018). WikiHouse: A Generative and parametric tool to customize curved geometries. In D. Sperling & S. Vizioli (Eds.), *Blucher Design Proceedings* (pp. 714–718). Editora Blucher. <https://doi.org/10.5151/sigradi2018-1785>

Monedero, J. (2002). *Enseñanza y práctica profesional de la arquitectura en Europa y Estados Unidos* (Issue vol. 7). Escola Tècnica Superior d'Arquitectura de Barcelona. <https://books.google.com.br/books?id=mfEvAAAACAAJ>

Passaro, A. M., Henriques, G. C., Sansão, A., & Tebaldi, I. (2019). Tornado Pavilion-Simplicity, almost nothing, but human expanded abilities. In J. P. Sousa, G. C. Henriques, & J. P. Xavier (Eds.), *Architecture in the Age of the 4th Industrial Revolution - Proceedings of the 37th eCAADe and 23rd SIGraDi Conference* (pp. 305–314). eCAADe SIGraDi. https://doi.org/10.5151/proceedings-ecaadesigradi2019_102

Passaro, A., & Rohde, C. (2016). Casa Revista: arquitetura de fonte aberta. *Gestão & Tecnologia de Projetos*, 11(2), 25–42. <https://doi.org/10.11606/gtp.v11i2.114437>

Santos, B. de S. (2014). Epistemologies of the South: Justice Against Epistemicide. In *Epistemologies of the South* (1st ed.). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315634876>

Scheeren, R., Sperling, D., Herrera, P., Pacheco, P., & Vasconcelos, T. (2018). *Homo Faber 2.0: Politics of Digital in Latin America* (1st ed.). IAU/USP. <http://www.sigradi2018.iau.usp.br/wp-content/uploads/2018/11/HomoFaber2.pdf>

Scheeren, Rodrigo; Sperling, David M. (2020) Beyond the “Fab Lab” model: design and other spaces of creation using digital fabrication technologies, SIGraDi 2020 [Proceedings of the 24th Conference of the Ibero-American Society of Digital Graphics - ISSN: 2318-6968] Online Conference 18 - 20 November 2020, pp. 275-282 http://papers.cumincad.org/cgi-bin/works/Show?sigradi2020_275

Sperling, D. M., Herrera, P. C., & Scheeren, R. (2015). Migratory Movements of Homo Faber: Mapping Fab Labs in Latin America. In *Communications in Computer and Information Science* (Vol. 527, pp. 405–421). Springer-Verlag. https://doi.org/10.1007/978-3-662-47386-3_22

Stacey, M., Beesley, P., & Hui, V. (2004). *Digital Fabricators*. University of Waterloo School of Architecture Press.

Wallisser, T., Henriques, G. C., Ribeiro, A., & Menna, R. L. (2019). Weaving physical-digital networks: Brazil-Germany integration experience. In J. P. Sousa, G. C. Henriques, & J. P. Xavier (Eds.), *Architecture in the Age of the 4th Industrial Revolution - Proceedings of the 37th eCAADe and 23rd SIGraDi Conference* (Vol. 1, pp. 315–324). eCAADe SIGraDi. https://doi.org/10.5151/proceedings-ecaadesigradi2019_103

Zboinska, M. A., & Dumitrescu, D. (2021). On the aesthetic significance of imprecision in computational design: Exploring expressive features of imprecision in four digital fabrication approaches. *International Journal of Architectural Computing*, 19(3). <https://doi.org/10.1177/1478077120976493>