XXI ENTAC – Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído
14 a 16 de outubro de 2026 | Goiânia-Brasil
DOI: https://doi.org/10.46421/entac.v21i1.8323

Processo, forma e materialidade: estruturação de uma agenda didática para a arquitetura digital

Process, Form, and Materiality: Structuring a Didactic Agenda for Digital Architecture

Karina Rossana Menezes Schüssler
Universidade Estadual de Ciências da Saúde de Alagoas | Maceió | Brasil | karina.menezes@fau.ufal.br
Alexandre Márcio Toledo
Universidade Federal de Alagoas | Maceió | Brasil | alexandre.toledo@fau.ufal.br

Resumo

Diante da fragmentação conceitual e do uso instrumental de *softwares* na arquitetura, este estudo propõe uma agenda didática para a Arquitetura Digital (AD), objetivando contribuir para a transição do pensamento analógico para a lógica computacional, no ensino de projeto. A metodologia empregada foi a *Design Science Research* (DSR), compreendendo quatro revisões de literatura e uma pesquisa qualitativa que articulou a AD por meio de três aspectos: processo de projeto, geração da forma e materialidade. Além disso, a agenda didática foi dividida em três cenários de maturidade digital (inicial, intermediário e avançado), para possibilitar sua aplicabilidade em diversos contextos. Os resultados apontam a necessidade da evolução do ensino de projeto na contemporaneidade, ao explicitar as possibilidades do uso de processos de projeto digitais que impulsionam o aumento da qualidade das propostas arquitetônicas, traduzidas por soluções inovadoras e exequíveis.

Palavras-chave: Arquitetura digital. Ensino de projeto. Agenda didática.

Abstract

In the face of the conceptual fragmentation and the instrumental use of software in architecture, this study proposes a didactic agenda for Digital Architecture (DA), aiming to contribute to the transition from analog thinking to computational logic in design education. The methodology adopted, Design Science Research (DSR), involved four literature reviews and a qualitative study, and articulated DA through three aspects: design process, form generation, and materiality. In addition, the didactic agenda is divided into three digital maturity scenarios—initial, intermediate, and advanced—to enable its applicability across diverse contexts. The results point to the need for the evolution of contemporary design education by making explicit the possibilities of using digital design processes that enhance the quality of architectural proposals, translated into innovative and feasible solutions.

Keywords: Digital architecture. Design teaching. Didactic agenda.

DOI: https://doi.org/10.46421/entac.v21i1.8323

INTRODUÇÃO

A influência da Arquitetura Digital (AD) no ensino de projeto surge como uma consequência dos debates sobre as ferramentas digitais na arquitetura, demandando uma mudança de paradigma, que avança do uso de computadores para fins de representação até sua incorporação em todo processo de projeto.

A exemplo dos postulados de [1] [2] [3], entende-se a AD como uma síntese estética, teórica e processual, viabilizada por processos de projeto digitais, permitindo extrapolar as limitações formais e soluções convencionais nas práticas de projeto.

A transição de uma estratégia conceitual para uma abordagem performativa marcou o fim da arquitetura como objeto plástico/funcional [4] passando para a busca de soluções arquitetônicas otimizadas, dentro de um sistema de conhecimento e de domínio de processos computacionais.

Para além da prática profissional, o impacto das tecnologias digitais promoveu a necessidade de reformulação dos modelos analógicos de ensino de projeto, demandando uma base teórica capaz de fundamentar uma "agenda didática da arquitetura digital" [1].

Nesse sentido, o ensino alinhado aos processos digitais, deve redefinir as experiências formativas para incorporar propósitos, valores e metodologias da "sociedade digital" [5]. Não basta limitar-se a instrumentalização [6], é necessário abordar a complexidade das operações mentais do projeto, aliando criatividade à lógica computacional.

Apesar do reconhecimento crescente da importância das ferramentas digitais, persistem as dificuldades em sua implementação prática no contexto educacional [7]. A literatura evidencia que a AD não está consolidada na maioria dos currículos contemporâneos. Muitas práticas pedagógicas estão fragmentadas, abordando de maneira isolada a modelagem, BIM ou fabricação digital.

Esse sintoma traduz uma lacuna conceitual que dificulta a atualização didática, resultando em abordagens desconexas. Como ressaltam [8], a falta de um marco teórico sobre a AD limita a compreensão de suas potencialidades. Além disso, desafios institucionais estruturais, como currículos focados na instrumentalização, parques tecnológicos defasados e falta de capacitação docente, mantém o viés representacional e não reflexivo do ensino[8] [7].

Nesse contexto, propõe-se uma agenda didática estruturada em três níveis de implementação e articulada pelos aspectos: processo de projeto, geração da forma e materialidade, visando contribuir com a evolução do ensino de projeto, por vezes em descompasso com o campo da Arquitetura, Engenharia e Construção.

METODOLOGIA

A metodologia adotada, a *Design Science Research* [9] envolveu quatro revisões de literatura: i) uma Sistemática para contextualização e identificação do problema; ii) duas Integrativas para conceituar a AD, observando aspectos, métodos e ferramentas no ensino; e iii) uma de Escopo para elencar as opções didáticas.

DOI: https://doi.org/10.46421/entac.v21i1.8323

Em complemento, realizou-se uma pesquisa empírica qualitativa por meio de observação passiva em ateliê de projeto, registrando o uso de *softwares* e a maturidade digital discente para confirmar a premissa da proposta.
Como produto da metodologia, a agenda derivou de dois procedimentos: a categorização metodológica [10], que definiu níveis de implementação: inicial, intermediário e avançado, conforme a maturidade digital dos contextos acadêmicos; e o modelo de análise da AD, inspirado em [1] e [4], que organizou seus aspectos estruturantes: processo de projeto, geração da forma e materialidade.

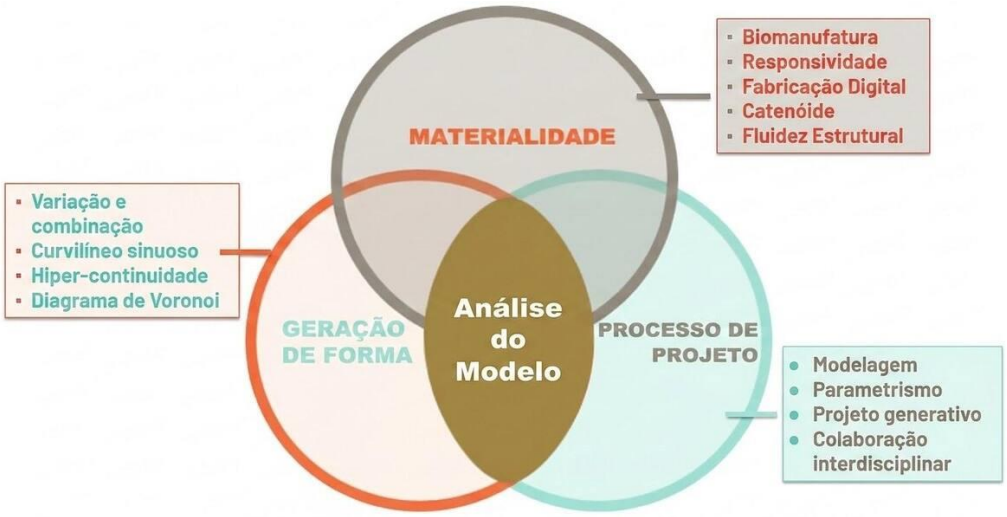
RESULTADOS

Os resultados abrangem o modelo de análise da AD e uma proposta de agenda implementada por competências, explicitando que a evolução do ensino é possível se acompanhar o nível de maturidade institucional.

MODELO DE ANÁLISE DA AD

Diferente das abordagens tradicionais de análise arquitetônica, voltadas para leitura de obras concebidas por processos analógicos [11]; [12], o modelo proposto funciona como instrumento de análise da AD, explicitando como a lógica computacional interage na concepção, no desenvolvimento e na materialização do projeto. Assim, consideram-se três aspectos: processo de projeto, geração da forma e materialidade, sistematizados e categorizados por afinidade, sendo compostos pelos termos identificados nas revisões de literatura do campo do projeto digital (Figura 1).

Figura 1 – Estrutura do Modelo da Análise da AD com exemplos de termos dos três aspectos



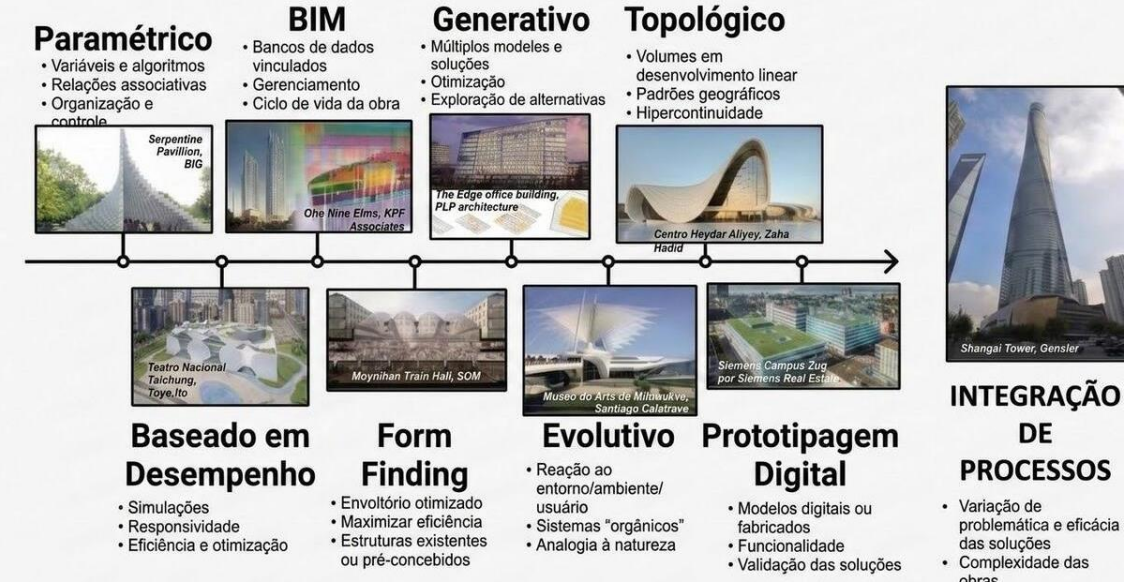
Fonte: Os autores.

PROCESSO DE PROJETO

Aspecto que indica as etapas de concepção e desenvolvimento projetual no ambiente digital, indicando qual a lógica computacional adotada [13][14]. Dessa forma, observa-se a aplicação do processo digital (BIM, paramétrico, topológico, dentre outros, ou a

integração desses), na resolução dos problemas do projeto arquitetônico [2][14] (Figura 2).

Figura 2 – Processos de Projeto Digital



Fontes: [1] [3] [14] [15][16][17][18][19][20][21] [22][23][24][25].

GERAÇÃO DA FORMA

Exploração morfológica digital que supera limites analógicos por composição, complexidade geométrica e geração automatizada de formas inovadoras [3][14][26].

Seus fundamentos incluem bases algorítmicas e paramétricas que sustentam a geração da forma, articulando ensino, execução e materialização virtual ou física (Figura 3).

Figura 3 – Fundamentos da geração da forma



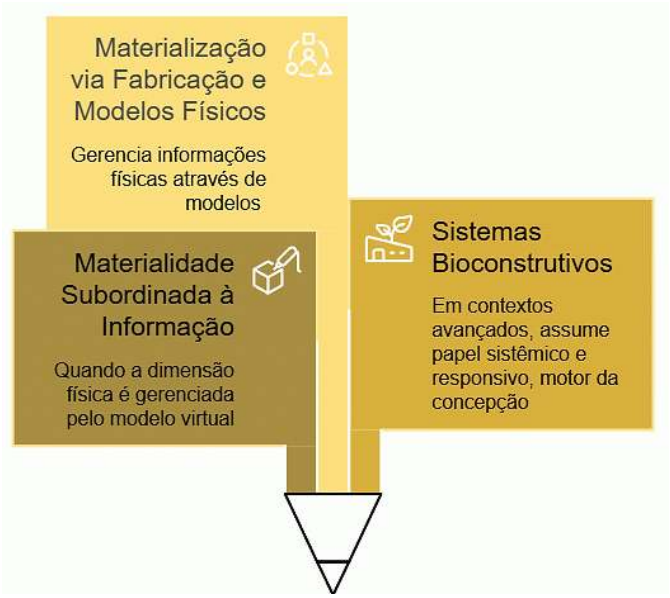
Fontes:[13][15][16][26].

MATERIALIDADE

A materialidade incorpora materiais, estrutura e ambiente como premissas do projeto, orientando soluções de desempenho, construtibilidade, sustentabilidade, simulação e fabricação digital [20][22][23][18][24], incluindo sistemas evolutivos, responsivos ou biomiméticos [3][18][19]. Na prática, aparece ligada à fabricação e às geometrias

complexas, por meio de modelos físicos, sistemas bioconstrutivos e materialidade subordinada à informação (Figura 4).

Figura 4 – Abordagens sobre a Materialidade



Fontes: [27][28][29]

PROPOSTA DE AGENDA

Concebeu-se a agenda didática reconhecendo-se os diferentes níveis de maturidade digital no ensino de projeto, organizados nos seus três níveis de implementação: inicial, intermediário e avançado, definidos com base na literatura científico-empírica de 2010 a 2025, que apontou a relação entre marcos cognitivos dos estudantes e a capacidade operacional das instituições.

As revisões indicam experiências avançadas mais recorrentes no contexto internacional, enquanto, no Brasil, ainda predomina o uso do computador como ferramenta de representação [27][28]. A pesquisa qualitativa confirmou localmente o nível inicial. E, embora os níveis intermediário e avançado também apareçam no cenário nacional [29][30] ambos têm maior frequência em experiências internacionais [30][31][32], dentre outros.

INICIAL

Neste nível, a AD ainda não está inserida formalmente no currículo e a infraestrutura tecnológica é defasada (computadores de processamento padrão, laboratórios de informática sem equipamentos de prototipagem). A maturidade digital é baixa com obstáculos cognitivos significativos, vinculados ao pensamento bidimensional e representativo [7][27][28][36].

INTERMEDIÁRIO

Tecnologias digitais e modelos de processo digital permeiam quase todas as práticas projetuais do ateliê, embora a AD não seja debatida como disciplina teórica autônoma [29][31][33]. O foco do ensino passa a incluir a gestão da informação e noções de

construtibilidade, BIM e a maturidade digital ultrapassam o nível representacional [17][30][33][34].

AVANÇADO

Neste nível, a maturidade digital é maior e os processos digitais são transversais nos currículos, havendo integração de metodologias de ensino de projeto da teoria à prática da AD [35][36][38]. Algoritmos e programação passam a compor o currículo [39][40].

ESTRUTURA E APLICAÇÃO DA AGENDA

Propõe-se uma agenda didática, balizada por objetivos educacionais conforme os aspectos de análise e dividida entre os níveis de inserção da AD. Em cada nível, a AD deve incorporar os aspectos de processo de projeto, geração da forma e materialidade, considerados intrínsecos ao desenvolvimento do processo digital, mas proporcional à capacidade operacional de cada cenário (Quadro 1). Em complemento, sugere-se o uso de ferramentas digitais, de acordo com as metodologias encontradas na literatura, compatíveis com o grau de maturidade institucional para que não haja demandas financeiras nos contextos mais defasados.

Quadro 1 – Agenda Didática

Processo de Projeto	Geração da Forma	Materialidade	Ferramentas Digitais
INICIAL			
Transição Cognitiva 2D-3D: Uso viável de modeladores 3D acessíveis Foco na compreensão espacial Práticas de exploração volumétrica Evitar foco na planta baixa	Evolução Volumétrica Assistida: Mescla de metodologias analógicas (croquis, geometria euclidiana) para permitir o desenvolvimento plástico; Evitar a restrição criativa imposta pela inexperiência	Validação Proporcional e Tátil: Confirmação de escala humana e proporções por meio de maquetes físicas combinadas à visualização virtual. Aplicar conhecimentos sobre desempenho (estrutural, energético)	CAD 2D/3D (AutoCAD); Modeladores 3D básicos (Sketchup); Versões educacionais BIM: Revit, Archicad; *Softwares* de edição de imagem e gráfica digital (Photoshop, Illustrator).
Fontes: [7] [15] [16][[27][28][29][30][31][33][34]			
INTERMEDIÁRIO			
Gestão e Colaboração Informacional: Adoção estruturada da metodologia BIM para gerenciamento de dados prediais Coordenação interdisciplinar e simulações básicas (desempenho espacial/conflitos).	Lógica Relacional e Paramétrica: Introdução à Programação Visual mediada por raciocínio construtivo inicial, organizando a complexidade geométrica através de parâmetros.	Construtibilidade e Prototipagem Rápida: Uso de fabricação digital viável para validar o modelo virtual Testar a lógica de montagem e as restrições dos materiais de forma tátil.	*Softwares* BIM (Autodesk Revit, ArchiCAD, Trimble Tekla); Linguagens de Programação Visual (VPL) intermediárias (Dynamo, Grasshopper); Softwares de simulação de desempenho inicial (OpenStudio, Insight); Corte a Laser e Impressoras 3D.
Fontes: [29][30][31][32][33][34][35][36]			
AVANÇADO			
Autoria Algorítmica e Cocriação: Programação baseada em texto e integração de dados para gerir fluxos de autoria distribuída e processos de otimização contínua.	Projeto Generativo e Morfogênese: Exploração avançada guiada por regras de subdivisão de malhas e algoritmos evolutivos que resultam em geometrias complexas inéditas e de alto desempenho.	Materialidade Ativa e Fabricação Robótica: Práticas de cadeia digital contínua em escala 1:1, uso de sistemas bioconstrutivos, incorporação de sensores e materiais responsivos integrados à fabricação robótica.	Modelagem algorítmica avançada (Rhinoceros 3D + Grasshopper com *plug-ins* como Galapagos, Kangaroo, Ladybug); Programação (Python, C#, *Processing*); Modelagem de malha/Geometria Nodal (Blender) e Motores de simulação (Unity); Robótica e CNC avançado.
Fontes: [36][37][38][39][40][41][42][43][44][45][46][47]			

CONCLUSÃO

O estudo realizado para a elaboração desta agenda didática explicitou que a adoção da Arquitetura Digital no ensino de projeto deve ser entendida como uma reestruturação processual no currículo da arquitetura e não como um treinamento de *software.*

Nesse sentido, estruturar a agenda em três níveis (inicial, intermediário e avançado) com um referencial flexível, é essencial para que os aspectos da AD sejam aplicados de acordo com a maturidade institucional dos contextos de ensino. Além disso, demonstra que é preciso fomentar estratégias para a exploração morfológica, em respostas às demandas e as possibilidades que as tecnologias de projeto oferecem.

Ao analisar os aspectos do processo de projeto, da geração da forma e da materialidade, observa-se que as ferramentas computacionais alteram as operações mentais do desenvolvimento projetual, requerendo a união entre a criatividade e o pensamento computacional. E, a integração dessas dimensões, possibilita o desenvolvimento de competências para enfrentar as demandas contemporâneas e aproveitar as possibilidades oferecidas pelas tecnologias digitais no ensino de projeto.

Conclui-se que diante dos desafios identificados entre o ambiente acadêmico e a incorporação das tecnologias digitais no projeto, a proposta da agenda didática, funciona como um ponto de partida para novas pesquisas e debates, incentivando a criação de estratégias que promovam uma autonomia tecnológica, acompanhada de uma postura crítica no ateliê de projeto, que beneficia estudantes e docentes.

AGRADECIMENTOS

À Fapeal, pela bolsa de doutorado.

REFERÊNCIAS

[1] OXMAN, R. Digital architecture as a challenge for design pedagogy: theory, knowledge, models and medium. **Design Studies**, London, v. 29, n. 2, p. 99–120, mar. 2008. Disponível em: https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0142694X07001032. Acesso em: 4 set. 2020.

[2] OXMAN, R. Novel **Concepts in Digital Design**. *In:* GU, N.; OSTWALD, M. J. (Org.). Computational Design Methods and Technologies. United States of America: Information Science Reference, 2012. p. 412–419. Disponível em: https://www.academia.edu/5917609/Oxman_Rivka_2012_Novel_Concepts_in_Digital_Design. Acesso em: 10 dez. 2023.

[3] OXMAN, R.; OXMAN, R. (Org.). **Theories of the Digital in Architecture**. Abingdon: Routledge, 2014.

[4] EISENMAN, P. **Diez Edificios Canónicos**. Barcelona: GG, 2000.

[5] SCHUMACHER, P. The “Digital” in Architecture and Design. **AA Files**, London, v. 76, p. 1–13, 2019. Disponível em: https://www.academia.edu/39709156/DIGITAL_The_Digital_in_Architecture_and_Design. Acesso em: 14 ago. 2020.

[6] VÁZQUEZ, L. J. Los talleres híbridos. Metáforas, imaginarios y tecnologías educativas en la enseñanza de arquitectura. **A y P continuidad**, v. 11, p. 32–43, 2024. Disponível em: http://www.scielo.org.ar/. Acesso em: 10 dez. 2025.

[7] XAVIER, L. G. de S.; VALENÇA, G. M.; SANTOS, S. C. M. de.; SOUZA, R. V. A. de. A modelagem 3D para arquitetura: um estudo aplicado ao ensino de projeto. **Perspectivas Online: Humanas & Sociais Aplicadas**, Campos dos Goytacazes, v. 9, n. 26, p. 163-170, 2019. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/339037439_A_MODELAGEM_3D_PARA_ARQUITETURA_UM_ESTUDO_APLICADO_AO_ENSINO_DE_PROJETO. Acesso em: 10 dez. 2025.

[8] DRESCH, A.; LACERDA, D. P.; JUNIOR, J. A. V. A. **Design science research**: método de pesquisa para avanço da ciência e tecnologia. Porto Alegre: Bookman Editora, 2020.

[10] GROAT, L.N.; WANG, D. **Architectural research methods**. John Wiley & Sons, 2013.

[11] UNWIN, S. **A Análise da Arquitetura**. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2013.

[12] CHING, F.D.K. **Arquitetura: forma, espaço e ordem**. Bookman Editora, 2013.

[13] OXMAN, R.; GU, N. Theories and Models of Parametric Design Thinking. *In:* 33rd eCAADe Conference. Proceedings [...]. Viena: eCAADe, Vol. 2, 2015. p. 477-482. Disponível em: https://papers.cumincad.org/data/works/att/ecaade2015_33.content.pdf. Acesso em: 10 dez. 2024.

[14] TOLEDO, A. M. A Arquitetura Digital e os Modelos de Geração da Forma: Representação, Concepção e Produção da Arquitetura Contemporânea. **Ímpeto**: Arquitetura e suas Reticências, n. 6, 2016. Disponível em: https://periodicos.ufal.br/revistaimpeto/article/view/9803. Acesso em: 28 nov. 2023.

[15] HENRIQUES, G. C.; FRANCO, J. M. Gridshells: integrating design with structural performance: formal and informal form finding. *In:* CONFERENCE OF THE IBEROAMERICAN SOCIETY OF DIGITAL GRAPHICS (SIGRADI), 23., 2020, Uruguay. **Proceedings** [...]. Uruguai: SIGRADI, 2020. p. 166-173. DOI: https://doi.org/10.5151/sigradi2020-23

[16] ZAUK, F. F.; PIRES, J. de F. Malhas poliédricas em superfícies complexas da arquitetura: uma abordagem didática ao processo de projeto paramétrico. **Design e Tecnologia**. v. 13. 119-141, 2021. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/373080302_Malhas_em_projetos_parametricos_com_superficies_complexas. Acesso em: 20 nov. 2023.

[17] KIM, K.; CHO, M. Development of the layout method for a high-rise housing complex using parametric algorithm. **Journal of Asian Architecture and Building Engineering**, v. 19, n. 10, p. 1-40, 2020. Disponível em: https://doi.org/10.1080/13467581.2019.1697273. Acesso em: 28 nov. 2023.

[18] ARIDAĞ, L. A Performative Research with The Eco-Parametric Architectural Design. **Iconarp International J. of Architecture and Planning**, v. 9, n. 2, p. 565–583, 2021. Disponível em: https://doi.org/10.15320/ICONARP.2021.172. Acesso em: 28 nov. 2023.

[19] HARDING, J.; BRANDT-OLSEN, C. Biomorpher: Interactive evolution for parametric design. International Journal of **Architectural Computing**, v. 16, n. 2, p. 144–163, 2018. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/325758851. Acesso em: 28 nov. 2023.

[20] ZHANG, J.; ZHU, X.; KHAN, A.M.; HOUDA, M.; REHMAN, S. K. U.; JAMEEL, M.; JAVED, M. F.; ALROWAIS, R. BIM-based architectural analysis and optimization for construction 4.0 concept (a comparison). **Ain Shams Engineering Journal**, v. 14, n. 6, p. 102110, 2023. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S209044792200421X. Acesso em: 12 out. 2025.

[21] DULNIK, Y. V. D.; RACHID, L. E. F. Uso da Metodologia BIM para Compatibilização do Projeto de uma Residência. **Revista Técnico Científica do CREA-PR**, v. 32, p. 1–21, 2023. Disponível em: https://revistatecie.crea-pr.org.br/index.php/revista/article/view/802/652. Acesso em: 28 nov. 2023.

[22] CELANI, G.; VAZ, C.; PUPO, R. Sistemas generativos de projeto: classificação e reflexão sob o ponto de vista da representação e dos meios de produção. **Revista Brasileira de Expressão Gráfica**, v. 1, n. 1, p. 22-39, 2013. Disponível em: https://rbeg.net/new/index.php/rbeg/article/view/3. Acesso em: 28 nov. 2023.

[23]SOUZA, E. Como o Design Generativo deve impactar a arquitetura? **ArchDaily**, jun. 2021. Disponível em: https://www.archdaily.com.br/br/937608/. Acesso em: 28 nov. 2023.

[24] ALVARADO, R. G.; HENRIQUES, G. C.; CHIARELLA, M. Cocriação: colaborações ibero-americanas emergentes em arquitetura e fabricação digital. **Arquitecturas del Sur**, [s. l.], v. 40, n. 61, p. 118–133, 2022. Disponível em: https://revistas.ubiobio.cl/index.php/AS/article/view/5006. Acesso em: 25 ago. 2025.

[25] KIM, D. Y. A design methodology using prototyping based on the digital-physical models in the architectural design process. **Sustainability**, v. 11, n. 16, 2019. Disponível em: https://www.mdpi.com/2071-1050/11/16/4416. Acesso em: 28 nov. 2023.

[26] USPENSKYI, M.; NESTERENKO, V. Conditionality of Notion “Complexity” in Terminology of Contemporary Architectural Form-Generation. **Ukrainian Journal of Civil Engineering and Architecture**, v. 1, n. 1, p. 102–110, 2023. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/370193710. Acesso em: 10 dez 2025.

[27] TOLEDO, A.M.; FERREIRA, D.B.; CAVALCANTI, M.C. Ensino de projeto de arquitetura: como operar com os edifícios verticais e as novas tecnologias de concepção e representação? 2015, Natal: XXXIV ENEA. XVIII CONABEA, 2015. **Anais eletrônicos..**. s/p. Disponível em: https://www.academia.edu/40540791/Ensino_de_projeto_de_arquitetura_como_operar_com_os_edifícios_verticais_e_as_novas_tecnologias_de_concepção_e_representação. Acesso em: 14 jan. 2024.

[28] VASCONSELOS, T. B. de; SPERLING, D.M. Notes on Digital Architectural Design in the Undergraduate Teaching in Brazil. *In:* 37 EDUCATION AND RESEARCH IN COMPUTER AIDED ARCHITECTURAL DESIGN IN EUROPE (eCAAde) AND XXIII IBEROAMERICAN SOCIETY OF DIGITAL GRAPHICS, JOINT CONFERENCE. **Proceedings [...]**. Porto, Portugal: 2019. v.7, n. 1, p. 147–154. Disponível em: http://www.proceedings.blucher.com.br/article-details/34166. Acesso em: 20 out. 2025.

[29] MONTEIRO, V.; JANUÁRIO, P.; VELOSO, M. Design collaboration towards constructibility in parametric design process: a design experiment with architecture students. *In:* ECAADE CONFERENCE, 38., 2020, Berlin. Anthropologic: Architecture and Fabrication in the Cognitive Age: **Proceedings [...]**. Berlin: TU Berlin, 2020. v. 1, p. 305–314. Disponível em: http://papers.cumincad.org/cgi-bin/works/paper/ecaade2020_052. Acesso em: 28 nov. 2023.

[30] PONZIO, A. P.; SOUZA, L.; SCHULZ, V. M.; LASSO, C. Digital understanding in the construction of knowledge: report of experiences in contemporary architectural design teaching. *In:* ECAADE CONFERENCE, 38., 2020, Berlin. Anthropologic: Architecture and Fabrication in the Cognitive Age: **Proceedings [...]**. Berlin: TU Berlin, 2020. v. 1, p. 675–684. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/367696240_Digital_Understandings_in_the_Construction_of_Knowledge_-_Report_of_experiences_in_contemporary_architectural_design_teaching. Acesso em: 28 nov. 2023.

[31] DOMÍNGUEZ-GÓMEZ, P.; CELIS, F. Creative Programming in Architecture: A Computational Thinking Approach. Informatics in Education, **Vilnius**, v. 23, n. 3, p. 541-570, 2024. DOI: https://doi.org/10.15388/infedu.2024.

[32] ASGHAR, Q.; JAVEED, F.; NAQVI, S. M. Z. A. Design Pedagogy through Biomorphic research: A digital approach to design methodology in an undergraduate architecture studio. **Pak. J. Engg. Appl. Sci**., Lahore, v. 26, p. 30-42, jan. 2020. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/379905515. Acesso em: 10 dez. 2025.

[33] RIEKSTINS, A. Teaching parametricism as a standard skill for architecture. **Journal of Architecture and Urbanism**, v. 42, n. 1, p. 34–39, 2018. Disponível em: https://doi.org/10.3846/jau.2018.1476. Acesso em: 28 dez. 2023.

[34] FRAILE-NARVÁEZ, M. Navegando entre o material e o digital: ensino multissensorial em arquitetura. **Revista de Mídia Digital e Interação**, [s. l.], v. 7, n. 16, p. 1–13, jun. 2024. DOI: https://doi.org/10.34624/jdmi.v7i16.36595

[35] VINŠOVÁ, I.; ACHTEN, H.; MATĚJOVSKÁ, D. Integrating BIM in Education: Lessons Learned. *In*: **eCAADe 33: CAAD Education - Applied**. [s. l.]: eCAADe, 2015. v. 2. Disponível em: https://papers.cumincad.org/. Acesso em: 25 nov. 2025.

[36] AKBAR, Z.; RON, G.; WORTMANN, T. Democratizing the Designer 's Toolbox: Adopting Free, Open-Source, and Platform-Agnostic Tools into Computational Design Teaching. *In:* CÁCERES, L. F. *et al*. (ed.). eCAADe 41, Volume 1: Digital Design Reconsidered. **Proceedings [...]** Valparaíso, Chile: eCAADe, 2023. p. 41-48. Disponível em: https://papers.cumincad.org/data/works/att/ecaade2023_311.pdf. Acesso em: 20 nov. 2023.

[37] LI, Y.; FINGRUT, A.; ALTUN, S. Embedding Systems Platform Arduino and Robotics into Architectural Education: A project-based approach combining computational design and digital fabrication. *In:* KONTOVOURKIS, O.; PHOCAS, M. C.; WURZER, G. (ed.). Data-Driven Intelligence: **Proceedings of the 42nd eCAADe**. Nicósia, Chipre: eCAADe, 2024. v. 2, p. 685–694. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/382252847_Embedding_Systems_Platform_Arduino_and_Robotics_into_Architectural_Education. Acesso em: 10 dez. 2025.

[38] BAZALO, F.; MOLETA, T. J. Responsive algorithms: an investigation of computational processes in early-stage design. *In:* IKEDA, Y.; BARELLE, C.; MORA, R.; FISCHER, T. (ed.). Emerging Experience in Past, Present and Future of Digital Architecture. 20th CAADRIA. **Proceedings[...]** Hong Kong: CAADRIA, 2015. p. 209-218. Disponível em: https://papers.cumincad.org/cgi-bin/works/paper/caadria2015_237. Acesso em: 10 dez. 2025.

[39] BIAO, L.; RONG, L. Teaching of Generative Design and Its Profound Influence. *In*: INTERNATIONAL CONFERENCE ON EDUCATION AND RESEARCH IN COMPUTER AIDED ARCHITECTURAL DESIGN IN EUROPE. Proceedings [...]. Antwerpen (Belgium): 26th eCAADe, 2008. p. 77–84. Disponível em: http://papers.cumincad.org/cgi-bin/works/paper/ecaade2008_051. Acesso em: 20 out. 2025.

[40] YANG, W.; DILLENBURGER, B. Mola-Advancing Generative Design in Architectural Pedagogy. *In*: Architectural Informatics: 30th CAADRIA. Proceedings [...]. Hong Kong: CAADRIA, 2025. v. 1, p. 449-458. Disponível em: https://papers.cumincad.org/. Acesso em: 5 jan. 2026.

[42] FRICKER, P.; KOTNIK, T.; BORG, K. Computational Design Pedagogy for the Cognitive Age. *In:* ECAADE CONFERENCE, 38. Anthropologic: Architecture and Fabrication in the Cognitive Age: **Proceedings [...]**. Berlin: TU, 2020. v. 1, p. 685-692. DOI: https://doi.org/10.52842/conf.ecaade.2020.1.685. Acesso em: 28.nov.2023.

[43] CENCI, L. E.; PIRES, J. C. P.; VIEIRA, S. S. Measuring the experience of algorithmic thought digital analog design in architecture teaching. *In:* INTERNATIONAL CONFERENCE OF THE IBEROAMERICAN SOCIETY OF DIGITAL GRAPHICS, 24., 2020, Medellín. **Proceedings [...]**. Medellín: SIGRADi, 2020. p. 668-675. Disponível em: https://papers.cumincad.org/data/works/att/sigradi2020_92.pdf. Acesso em: 25 nov. 2025.

[44] ESTÉVEZ, A. T.; NAVARRO, D. Biomanufacturing the Future: Biodigital Architecture & Genetics. **Procedia Manufacturing**, v. 12, p. 7–16, 2017. Disponível em: https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2351978917305917. Acesso em: 20 out. 2025.

[45] VARINLIOGLU, G.; HALICI, S. M.; ALACAM, S. Computational Thinking and the Architectural Curriculum: Simple to Complex or Complex to Simple? *In:* HERNEOJA, A.; ÖSTERLUND, T.; MARKKANEN, P. (ed.). Complexity & Simplicity: **Proceedings** of the 34th

eCAADe. Oulu: University of Oulu, 2016. v. 1, p. 253-259. Disponível em: http://papers.cumincad.org/cgi-bin/works/paper/ecaade2016_036. Acesso em: 20 nov. 2025.

[46] CARL, T.; WEILANDT, A. From Sheet to Folded Plate Structure: Design & Build investigations with an interdisciplinary student team. *In:* Co-Creating the Future. 40th eCAADe Conference. Proceedings [...]. s.L: eCAADe, 2022. p. 517-522. Disponível em: https://papers.cumincad.org/data/works/att/ecaade2022_60.pdf. Acesso em: 10 dez. 2025.

[47] PAPAMANOLIS, A.; LIAPI, K. Digital Design Hermeneutics - Proposing a Metacode for Architectural Pedagogy in the Information Age. *In:* ShoCK!: Sharing Computational Knowledge! 35TH eCAADe CONFERENCE. Proceedings [...]. Roma: Sapienza University of Rome, 2017. v. 1, p. 303-312. Disponível em: http://ecaade.org/downloads/ecaade2017_volume1_screen.pdf. Acesso em: 28 nov. 2023.