COMO CITAR (Estilo Vancouver):
Teixeira E, Primo CC, Salbego C, Nascimento MHM organizadores. Avaliação de tecnologias: abordagens e pesquisas. Brasília, DF: Editora ABEn; 2026. 180 p. ISBN 978-65-89112-30-3.
doi: https://doi.org/10.51234/aben.26.e32

CAPÍTULO II

A CIÊNCIA DA PRÁTICA: PROCESSO DE AVALIAÇÃO DOS PRODUTOS TÉCNICO-TECNOLÓGICOS

Claudia Zamberlan[I]
ORCID: 0000-0003-1898-328X

Marian Oleques Pires[II]
ORCID: 0000-0002-3162-3337

Marcelo Junior Toson[III]
ORCID: 0000-0003-2676-276X

Luiz Fernando Rodrigues Junior[IV]
ORCID: 0000-0001-7007-7431

Dirce Stein Backes[V]
ORCID: 0000-0001-9447-1126

Como citar:
Zamberlan C, Pires MO, Toson MJ, Rodrigues Junior LF, Backes DS. A ciência da prática: processo de avaliação dos produtos técnico-tecnológicos. In: Teixeira E, Primo CC, Salbego C, Nascimento MHM organizadores. Avaliação de tecnologias: abordagens e pesquisas. Brasília, DF: Editora ABEn; 2026. p. 24-30. doi: https://doi.org/10.51234/aben.26.e32_cap2

Autora Correspondente:
Claudia Zamberlan
Email: claudiaz@ufn.edu.brE-mail:



[I] Universidade Franciscana (UFN), Santa Maria, RS.
[II] Universidade Franciscana (UFN), Santa Maria, RS.
[III] Universidade Franciscana (UFN), Santa Maria, RS.
[IV] Universidade Franciscana (UFN), Santa Maria, RS.
[V] Universidade Franciscana (UFN), Santa Maria, RS.

INTRODUÇÃO

Na tessitura atual dos sistemas de produção do conhecimento, a clássica disjunção entre a **abstração** teórica e a intervenção empírica dá lugar a uma compreensão ecossistêmica, na qual ciência e práxis se retroalimentam de forma dinâmica, construtiva e contínua. Os produtos técnico-tecnológicos, sob esse enfoque, não se reduzem a subprodutos da academia, mas constituem a própria materialização de fenômenos complexos que emergem da fusão entre o saber universal e as contingências locais. A legitimação dessas soluções requer uma ciência da prática, na qual o rigor, a robustez e a transparência conceitual definem a própria inteligibilidade do artefato[1].

Essa dinâmica, na concepção sistêmica, propõe que a validação de um produto técnico-tecnológico ultrapasse o isolamento dos laboratórios para enfrentar a desordem e as instabilidades inerentes aos cenários de prática. O encontro com a realidade evoca uma imersão em sistemas vivos, dinâmicos e imprevisíveis, espaço no qual a validação e a experiência humana operam como processos de mútua transformação. Desse modo, a aplicabilidade e a reprodutibilidade da produção técnico-tecnológica transcendem a mera repetição mecânica para assumirem a resiliência e adaptabilidade orgânica ante a pluralidade dos ecossistemas institucionais[2].

A apreensão do impacto e da relevância da produção técnico-tecnológica afasta-se de visões lineares de causa e efeito, uma vez que a inserção da novidade em um tecido social e dinâmico deflagra propriedades emergentes e ressonâncias multidimensionais. O valor científico da solução habita na sensibilidade de olhares capazes de articular o tangível e o intangível, unindo a precisão formal à

CC BY

densidade do significado humano gerado. O cerne da questão reside no reconhecimento da complexidade cognitiva superada na tessitura do produto, de modo que a aparente simplicidade da interface oferecida ao mundo guarde simetria com a sofisticação intelectual de sua própria gênese[3].

Diante dessa concepção circular entre academia, sociedade e mercado, este manuscrito propõe uma estrutura metodológica para a avaliação de produtos técnico-tecnológicos que articula, de forma indissociável, o rigor conceitual de sua gênese, a adaptabilidade orgânica no real e o desdobramento de seu valor na dinâmica social. A justificativa dessa abordagem repousa na necessidade de possibilitar um olhar ampliado sobre o produto, de modo a compreender o artefato não como um objeto isolado, mas como um nó em uma rede viva de transferência de conhecimento.

OBJETIVO

Propor uma estrutura metodológica para a avaliação de produtos técnico-tecnológicos, integrando o rigor científico desde sua concepção à mensuração de seu impacto prático, aplicabilidade real e transferência de conhecimento para a sociedade.

MÉTODO

Estudo teórico-conceitual, de caráter descritivo, cujo objetivo foi a modelagem de uma estrutura metodológica para avaliação de produtos técnico-tecnológicos. O percurso reflexivo organizou-se em três movimentos interdependentes e complementares:

Análise epistemológica e documental: realizou-se um levantamento sistemático da literatura científica sobre Design Science Research (DSR) e inovação tecnológica, em consonância com as diretrizes e matrizes institucionais das agências de fomento e avaliação[4]. Essa aproximação permitiu descortinar as conexões e os vazios conceituais existentes na validação das soluções oriundas da práxis científica.

Síntese e modelagem do framework: os horizontes delineados na etapa anterior foram submetidos a um processo de categorização reflexiva. Essa dinâmica resultou na tessitura de uma estrutura composta por quatro pilares dinâmicos, cujo desenho recusa a linearidade para articular o rigor original da concepção à expressão do conhecimento no tecido social.

Validação de consistência interna: O arranjo proposto passou por um ciclo de triangulação teórica e simulação conceitual, no qual foi confrontado com cenários e dinâmicas da produção tecnológica. Esse movimento assegurou a coesão interna, a integridade dos critérios e a vocação ecossistêmica da estrutura metodológica desenvolvida.

RESULTADOS

A consolidação de uma ciência da prática requer a superação de visões utilitaristas e fragmentadas, de modo a compreender o ciclo de vida das produções técnico-tecnológicas sob uma perspectiva sistêmica. Para que essas produções acadêmicas transcendam a solução de problemas imediatos e alcancem os resultados esperados, sua avaliação deve articular a gênese conceitual ao desdobramento social. Sob esse prisma, a estrutura proposta organiza-se em quatro pilares dinâmicos e inter-relacionados, os quais orientam a metamorfose do saber teórico em ação transformadora, estável e partilhada com a sociedade (Figura 1).



Figura 1. Modelo cíclico de avaliação de produtos técnico-tecnológicos, Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil.
Fonte: Imagem elaborada pelos autores com o apoio do NotebookLM (Google), por meio de seu recurso de geração de infográficos (modelo Nano Banana Pro, baseado em Gemini), a partir de prompt formulado pelos autores.

PILAR 1 - RIGOR CIENTÍFICO NA CONCEPÇÃO

A validação de toda a produção técnico-tecnológica, independentemente da tipologia, sob a ótica da ciência aplicada, emana do delineamento rigoroso de sua concepção originária. Longe do empirismo pontual e linear de soluções utilitaristas, o desenvolvimento do saber prático no ambiente acadêmico requer uma ancoragem teórica explícita e consistente[5]. Essa simetria com a literatura científica assegura que a criação não resulte de ensaios aleatórios, mas se configure como desdobramento lógico e fundamentado de matrizes epistemológicas preexistentes na teia do conhecimento.

Aliada à base conceitual, a transparência e a inteligibilidade do percurso de construção constituem a espinha dorsal desta primeira dimensão. Cada etapa da modelagem e do desenho experimental do produto requer uma fundamentação reflexiva que justifique as escolhas técnicas, os caminhos arquiteturais e as tomadas de decisão estruturais. Essa descrição minuciosa atua como um protocolo de compreensibilidade, o qual faculta à comunidade acadêmica o entendimento pleno do fluxo que transmuta a abstração conceitual em dispositivo, guia ou solução social[6].

A apreensão do caráter original da proposta estabelece-se, de igual modo, nesta instância inicial, por meio do diálogo crítico-reflexivo com o estado da arte. Torna-se imperativo delimitar se o produto propõe uma contribuição incremental ou se opera um movimento disruptivo que desloca as fronteiras vigentes da área. Essa demarcação do ineditismo qualifica o esforço intelectual e resgata o objeto da condição de mero instrumento funcional para alçá-lo ao estatuto de contribuição científica legítima[7].

O rigor técnico-científico na concepção da ideia evoca a antecipação de limites intrínsecos e a delimitação das fronteiras de atuação do artefato ou do processo. Um produto concebido à luz do pensamento sistêmico explicita as próprias restrições e o alcance de suas premissas teóricas, direcionando para as variáveis e condições sob as quais a solução foi idealizada. Esse mapeamento crítico-reflexivo estabelece as balizas necessárias para uma apreciação sistêmica, o que previne interpretações reducionistas sobre a utilidade, a usabilidade e a abrangência da criação desenvolvida.

PILAR 2 – AVALIAÇÃO E APLICABILIDADE

A ciência da prática consolida-se no encontro do produto com as dinâmicas vivas e complexas do cenário de prática. A imersão em contextos operacionais autênticos distancia a investigação do isolamento laboratorial e das simulações conceituais, o que expõe a produção às instabilidades e contingências do contexto social. Essa confrontação empírica serve para atestar se as premissas teóricas delineadas na concepção da ideia sustentam-se quando submetidas às pressões reais de uso, de significado e de convivência no ecossistema humano.

Nesse horizonte prático, a usabilidade e a experiência do sujeito deixam de ser vistas como meros atributos estéticos ou acessórios para figurar como dimensões de eficácia conceitual. A aderência por parte do público-alvo requer uma apreciação sistêmica com foco na aceitação tecnológica e na harmonia cognitiva e afetiva entre o usuário e o objeto. A criação tecnológica só cumpre a sua destinação científica na medida em que a interface humana assume a capacidade de adotá-la de maneira fluida, movimento que transmuta o potencial abstrato em ação social efetiva e legítima[8].

Devem ser considerados, nessa mesma direção, a reprodutibilidade e a adaptabilidade da solução perante a pluralidade de cenários. Um produto metodologicamente consistente recusa o sucesso atrelado a um evento geográfico ou institucional isolado. Para operar em ecossistemas análogos com o mesmo nível de harmonia e eficiência, o produto técnico-tecnológico requer robustez estrutural e ética. A evidência de que a produção responde de modo coerente sob diferentes coordenações institucionais eleva a sua aplicabilidade ao estado de modelo técnico universalmente compartilhável[9].

Os saberes oriundos dessa vivência empírica devem retroalimentar o fluxo de desenvolvimento do produto por meio de um ciclo recursivo de aprimoramento. As respostas inesperadas, os desvios de percurso e as reações do objeto ante o real constituem achados teóricos valiosos para a investigação. Esse processo contínuo de refinamento, edificado sobre as evidências da prática, reflete o compromisso epistemológico do pesquisador, dinâmica na qual o erro observado em campo converte-se em insumo nobre para a evolução da própria tecnologia.

PILAR 3 - IMPACTO E RELEVÂNCIA

Compreender a relevância de um produto requer investigar o alcance com que ele preenche os vazios e resolve as inconsistências históricas para as quais foi projetado. Um produto bem-sucedido na perspectiva da ciência aplicada não se define por uma sofisticação formal estéril, mas sim pela eficácia real com que atenua as contradições do contexto humano que motivou a sua própria criação.

Para traduzir essa relevância em horizontes compreensíveis, o modelo estruturado evoca a articulação de indicadores qualitativos e conceituais. Expressões de valor, como a otimização de dinâmicas coletivas, a inclusão de grupos sociais e o fortalecimento de processos humanos, fornecem a base empírica que atesta a fecundidade da criação. A reunião harmônica dessas evidências protege a apreciação contra subjetivismos lineares, o que oferece uma leitura integrada e multidimensional do valor gerado pela inserção da nova tecnologia no meio social[10].

Além da ressonância direta no cenário de prática, a relevância do produto também se baliza pela complexidade cognitiva e intelectual superada ao longo de seu desenvolvimento. Esse critério avalia o nível de profundidade das questões que os investigadores precisaram decifrar na arquitetura do artefato, distinção fundamental entre o desenvolvimento científico original e a mera justaposição de ferramentas comerciais preexistentes. Quanto maior o desafio epistemológico vencido para oferecer uma solução fluida à sociedade, maior se revela o mérito atribuído ao percurso de inovação[11].

O impacto requer uma leitura voltada à sustentabilidade histórica e à capacidade de expansão ecológica da solução. Torna-se vital demonstrar que os benefícios gerados pela criação transcendem o período restrito

da investigação acadêmica, de modo a alcançar características de perenidade e autorregulação no tempo. Ao evidenciar que o modelo conserva a sua integridade e adaptabilidade mesmo diante da ampliação de demandas e cenários, o estudo atesta a sua relevância estratégica para o desenvolvimento do setor e dos espaços para os quais será implementado[12].

PILAR 4 - NORMATIZAÇÃO E TRANSFERÊNCIA DE CONHECIMENTO

Para que o produto técnico-tecnológico transcenda a efemeridade utilitária e alcance a chancela de produção intelectual legítima, sua estrutura requer conformidade com os marcos regulatórios da avaliação acadêmica. No cenário nacional, esse movimento demanda o alinhamento com as diretrizes estabelecidas pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). A inserção da proposta nessas matrizes institucionais assegura a atribuição de estratos de qualidade equivalentes, o que confere isonomia de relevância e simetria científica entre a produção tecnológica e os formatos tradicionais de difusão escrita[13].

A salvaguarda legal da criação desenvolvida constitui outra dimensão norteadora desse processo de consolidação institucional. Os trâmites de depósito de patentes e registros de softwares no Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI) ou a proteção de direitos autorais de guias e manuais representam o reconhecimento da autoria e da autonomia intelectual do proponente. Longe de promover o isolamento do saber, essa formalização constrói o lastro de segurança necessário para que os agentes sociais e o próprio Estado adotem e compartilhem a tecnologia sob o amparo de diretrizes institucionais claras[14].

Uma vez resguardado e normatizado, o produto técnico-tecnológico ingressa em fluxos abertos de compartilhamento para que o conhecimento flua para além das fronteiras acadêmicas. Essa dinâmica se materializa por meio de parcerias colaborativas, acordos institucionais e pela disponibilização de arquiteturas abertas em repositórios abertos sob licenças regulamentares. A circulação desimpedida e qualificada garante que o esforço reflexivo se desdobre em transformação comunitária, o que converte a dedicação à pesquisa em evolução social concreta para a nação[15].

A difusão científica exige que a criação seja acompanhada de uma documentação conceitual e pedagógica. Guias de uso, artigos de fundamentação complementar e repositórios de livre acesso assumem papel vital para que a comunidade externa compreenda, preserve e utilize a tecnologia de maneira autônoma. Ao democratizar a inteligibilidade da arquitetura interna da solução, cumpre-se o ciclo vital da ciência aplicada. Oferece-se um produto que contribua na emancipação da sociedade para a continuidade da própria inovação[16].

DISCUSSÃO

A análise dos pilares propostos requer, na perspectiva do pensamento da complexidade, transcender visões lineares e reducionistas sobre a produção tecnológica, propondo, em substituição, uma compreensão ecossistêmica do desenvolvimento científico. O rigor científico na concepção e na transferência de conhecimento não opera como etapas pontuais e lineares, mas como componentes de um sistema aberto em contínua auto-organização. A ciência da prática revela-se, sob esse impulso, como um fenômeno complexo, no qual a teoria não apenas precede a ação, mas é continuamente ressignificada e fundamentada pelas incertezas e retroações provenientes da realidade empírica[17].

Essa interdependência manifesta-se claramente no princípio dialógico entre o rigor científico e a validação prática. Na perspectiva da complexidade, o erro e a instabilidade observados nos cenários de prática não são falhas a serem sumariamente eliminadas, mas sim ruídos informacionais necessários que impulsionam a evolução técnico-tecnológica[18]. A interface entre o desenho metodológico abstrato e o contexto real gera um circuito recursivo, em que o produto técnico-tecnológico materializa a teoria acadêmica na mesma medida em que absorve a desordem do mercado para emergir como uma solução mais robusta e adaptativa.

Desse modo, a avaliação do impacto e da relevância transcende o determinismo de causa e efeito ao introduzir a imprevisibilidade inerente aos sistemas sociais e econômicos. Um produto técnico-tecnológico, ao ser inserido em um tecido social vivo, desencadeia reações em cadeia que frequentemente transcendem as intenções originais de seus idealizadores, gerando externalidades e propriedades emergentes. Avaliar o impacto na perspectiva do pensamento da complexidade pressupõe mapear não apenas as métricas quantitativas diretas, mas também a capacidade de sustentabilidade, escalabilidade e resiliência da solução ante as flutuações e dinâmicas mutáveis do mercado[5].

A transição para a normatização e a transferência completam o ciclo hologramático deste *framework* e fundamenta-se na evidência de que a parte está no todo, assim como o todo está na parte. Os critérios regulatórios de agências como a CAPES e os marcos de propriedade intelectual não devem ser encarados como limitadores burocráticos, mas como o próprio código genético institucional que legitima o produto no ecossistema científico. A formalização jurídica e a documentação pedagógica asseguram que o produto sobreviva ao seu criador, garantindo a transferência de uma tecnologia que é, simultaneamente, um resultado prático e um novo ponto de partida para futuras investigações[3].

A estrutura metodológica aqui proposta consolida-se, em outras palavras, em uma visão integrada, em que os pilares operam em uma dinâmica de retroação e circularidade sistêmica[7]. A eficácia desse modelo reside na premissa de que a fragilidade de uma única dimensão desestabiliza a integridade do produto como ciência aplicada. Ao integrar o rigor conceitual, o encontro com a realidade, a geração de valor e a perenidade institucional, a estrutura proposta responde de forma robusta à fragmentação do conhecimento contemporâneo. Evidencia-se, assim, que a verdadeira relevância de uma produção técnico-tecnológica habita na indissociabilidade entre o pensar rigoroso e o agir transformador.

CONCLUSÕES

A estrutura metodológica proposta consolida a ciência da prática como campo epistemológico complexo e supera a fragmentação entre a teoria acadêmica e o utilitarismo tradicional. Nessa direção, a validação de um produto técnico-tecnológico configura-se como um processo dinâmico e recursivo, no qual o rigor conceitual, a vivência empírica, o valor social e a conformidade regulatória interagem para chancelar o artefato como produção intelectual legítima.

Registra-se, como limitação deste estudo teórico-conceitual, a necessidade de validar a universalidade da proposta em diferentes áreas do saber. Pesquisas futuras demandam a aplicação prática do modelo em estudos de caso de naturezas distintas, como dispositivos, registros intelectuais e guias políticos. Esse movimento é essencial para refinar os indicadores e consolidar uma avaliação flexível, resiliente e sintonizada com as demandas da ciência aplicada.

DECLARAÇÃO DE USO DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

A inteligência artificial foi utilizada para a revisão linguística e para auxiliar na produção da Figura 1, utilizada para apoiar a representação visual do modelo cíclico proposto. Os autores assumem responsabilidade integral pelo conteúdo, pela acurácia conceitual e pela adequação representacional da figura, a qual foi conferida, ajustada e validada manualmente em face dos quatro pilares descritos no texto. Nenhuma ferramenta de IA foi listada como autora, em conformidade com o entendimento das principais editoras científicas de que sistemas automatizados não podem assumir as responsabilidades éticas, legais e intelectuais inerentes à autoria.

REFERÊNCIAS

1. Skovbjerg H, Sand AL. Play in school: toward an ecosystemic understanding and perspective. Front Psychol. 2022;12:780681. doi:10.3389/fpsyg.2021.780681.

2. Vaughan C, Moldovan IM, Moldovan S, Fitzpatrick N. Transdisciplinary perspectives on AI: the fourth annual conference of the European Culture and Technology Laboratory. Dublin: Technological University Dublin; 2025. doi:10.21427/NTVJ-T846.

3. Zamberlan C, Benedetti F, Smeha L, Bär K, Rodrigues Junior LF, Backes DS. Reliability and impact of user-centered social technologies in health: a new development proposal. Acta Paul Enferm. 2023;36:eAPE0052231. doi:10.37689/acta-ape/2023AR005231.

4. Zeng N, Han L, Liu Y, Yuan J, Li Q. Design science research (DSR) in construction: theoretical conceptualization of practice and practical realization of theory. Autom Constr. 2025;176:106298. doi:10.1016/j.autcon.2025.106298.

5. Morin E. Introdução ao pensamento complexo. Porto Alegre: Sulina; 2015.

6. Alassaf N. From abstraction to realization: a diagrammatic BIM framework for conceptual design in architectural education. Sustainability (Basel). 2025;17(19):8853. doi:10.3390/su17198853.

7. Morin E. A cabeça bem-feita: repensar a reforma, reformar o pensamento. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil; 2014.

8. Perrig S, Ueffing D, Opwis K, Brühlmann F. Smartphone app aesthetics influence users' experience and performance. Front Psychol. 2023;14:1113842. doi:10.3389/fpsyg.2023.1113842.

9. Howoldt D. Policy instruments and policy mixes for innovation: analysing their relation to grand challenges, entrepreneurship and innovation capability with natural language processing and latent variable methods [dissertation]. Copenhagen: Copenhagen Business School; 2021.

10. Nunes E. Collective health paradigms: a brief reflection. Salud Colect. 2014;10(1):57-65. doi:10.18294/sc.2014.208.

11. Hao G, Hijazi H, Durães J, Medeiros J, Couceiro R, Lam C, et al. On the accuracy of code complexity metrics: a neuroscience-based guideline for improvement. Front Neurosci. 2023;16:1065366. doi:10.3389/fnins.2022.1065366.

12. Yi M, Wu W, Su H, Chen H. Ecological adaptability and application of traditional historical buildings under the background of environmental protection. J Environ Public Health. 2022;2022:5107325. doi:10.1155/2022/5107325.

13. Hong J, Cha J, G B, Park K. Evaluation framework for facilitating the technology transfers of universities: focusing on the perspective of technology donors. PLoS One. 2023;18(12):e0293951. doi:10.1371/journal.pone.0293951.

14. Beltrán-Urvina L, Acosta-Andino B, Gallegos-Varela M, Vallejos-Orbe H. Intellectual property as a strategy for business development. Laws. 2025;14(2):18. doi:10.3390/laws14020018.

15. Smaldino P, Russell A, Zefferman M, Donath J, Foster J, Guilbeault D, et al. Information architectures: a framework for understanding socio-technical systems. NPJ Complexity. 2025;2(1):13. doi:10.1038/s44260-025-00037-z.

16. Souza J. In order to innovate, knowledge of history is important. BrJP. 2024;7:e20230097. doi:10.5935/2595-0118.20230097-en.

17. Shiffrin R, Trueblood J, Kellen D, Vandekerckhove J. Dialogues about the practice of science. Proc Natl Acad Sci U S A. 2025;122(5):e2423782122. doi:10.1073/pnas.2423782122.

18. Morin E. Ciência com consciência. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil; 2010.