



Estratégias didáticas para uso de IAGen no ensino superior aplicadas a geração de alternativas conceituais de produtos

Didactic strategies for using Generative AI in higher education applied to the generation of conceptual product alternatives



Andrea de Matos Machado, UFBA / UNEB / Universidade SENAI CIMATEC
andreamachado3d@gmail.com

Suzi Maria Carvalho Mariño, Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS)
suzimarino@gmail.com

Carina Santos Silveira, Universidade Federal da Bahia (UFBA)
csssilveira@ufba.br

Resumo

Este estudo relata e analisa uma estratégia didático-pedagógica que integra Inteligência Artificial Generativa (IAGen) ao desenvolvimento de modelos conceituais de produtos em cursos de Engenharia, Arquitetura e Design. A proposta articula múltiplas metodologias ativas, espiral da aprendizagem criativa e o método TRIZ com a construção iterativa de *prompts*, submetidos a plataformas gratuitas de geração de imagens e modelos tridimensionais. Foram avaliados os projetos de 132 estudantes, segmentados em equipes de trabalho e em dois ciclos formativos. Evidências qualitativas e quantitativas, trianguladas pela Taxonomia de Bloom, indicam ganhos na visualização rápida de alternativas, na comunicação de ideias complexas e no engajamento cognitivo crescente. Os resultados revelaram o potencial da IA generativa enquanto ferramenta de auxílio para acelerar a ideação, diversificar repertórios projetuais e apoiar competências socioemocionais alinhadas aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU.

Palavras-chave: Inteligência Artificial Generativa, Metodologias ativas, Design de produto, Aprendizagem criativa, Taxonomia de Bloom.

Abstract

This study reports and analyzes a didactic-pedagogical strategy that integrates Generative Artificial Intelligence (GenAI) into the development of conceptual product models in Engineering, Architecture, and Design programs. The proposed approach combines multiple active learning methodologies, the creative learning spiral, and the TRIZ method with the iterative construction of prompts submitted to free platforms for image and three-dimensional model generation. Projects from 132 students, organized into work teams and across two formative cycles, were evaluated. Qualitative and quantitative evidence, triangulated using Bloom's Taxonomy, indicates improvements in the rapid visualization of alternatives, communication of complex ideas, and increasing cognitive engagement. The results demonstrate the potential of generative AI as a support tool for accelerating ideation, diversifying design repertoires, and fostering socioemotional competencies aligned with the United Nations Sustainable Development Goals (SDGs).

Keywords: Generative Artificial Intelligence; Active Learning; Product Design; Creative Learning, Bloom's Taxonomy.





Introdução

A rápida popularização da Inteligência Artificial Generativa (IAGen) em plataformas acessíveis, somada à convergência tecnológica da Indústria 4.0, reposiciona o debate sobre criatividade computacional e design generativo. Esse tema já havia sido abordado por Fisher e Herr (2001), ao discutirem a necessidade de “ensinar a projetar com algoritmos” e, mais recentemente, por Barrocal e Mazzilli (2022), que destacam o papel dos sistemas generativos na ampliação de repertórios criativos. Nesse cenário, a UNESCO (2022; 2023) reforça diretrizes éticas para a adoção responsável da IA alertando para vieses algorítmicos, exigência de transparência nos dados de treinamento e desenvolvimento de competências socioemocionais focadas em colaboração crítico-criativa.

Em termos educacionais, a literatura aponta avanços e lacunas. Pesquisas nacionais e internacionais sinalizam crescimento de estudos sobre IA na educação (Tavares, Meira e Amaral, 2020; Du Boulay, 2022), mas também evidenciam a resistência docente e o receio de dependência tecnológica (Parreira, Lehmann e Oliveira, 2021; Rodrigues e Rodrigues, 2023). No campo do design, autores como Braga et al. (2016) e Ferreira (2023) discutem desafios da incorporação de agentes inteligentes em processos projetuais e de comunicação visual, questionando impactos sobre originalidade e autoria. Estudos recentes indicam que a IAGen pode funcionar como catalisadora de ideação, quando usada de modo crítico (Pizarro, 2025; Hessel e Lemes, 2023). Ainda assim, faltam investigações empíricas que articulem metodologias ativas, princípios da Teoria da Resolução de Problemas Inventivos (TRIZ) e taxonomias de aprendizagem a experiências de sala de aula voltadas para a etapa conceitual de produtos.

Este estudo procura responder a essa lacuna ao apresentar e analisar uma iniciativa docente desenvolvida em duas disciplinas de um centro universitário de Engenharia, Arquitetura e Design. A proposta integrou a construção interativa de *prompts* em inglês, submetidos a ferramentas gratuitas de geração de imagens e modelos 3D, Aprendizagem Baseada em Projetos (PBL), espiral da aprendizagem criativa e TRIZ.

Design generativo mediado por IA na formação em Engenharia, Arquitetura e Design

A emergência dos sistemas generativos computacionais, marcada pela transição dos algoritmos evolucionários dos anos 1990 para as arquiteturas de difusão e transformadores, redimensionou o conceito de “parceiro criativo” na prática projetual. Fisher e Herr (2001) já argumentavam que ensinar design exigia “alfabetizar” estudantes nos princípios de parametrização e código, antecipando debates contemporâneos sobre coautoria humano-máquina. Duas décadas depois, Barrocal e Mazzilli (2022) evidenciam que tais sistemas não apenas multiplicam formas, mas também reconfiguram os critérios de julgamento estético-funcional, ao deslocar a ênfase do objeto para o processo. Esse reposicionamento assume relevância em cursos de Engenharia, Arquitetura e Design, cuja etapa conceitual demanda rapidez na exploração de alternativas e precisão na comunicação visual.



A literatura nacional demonstra crescente adesão a agentes inteligentes no ensino superior. Braga *et al.* (2016) identificam, em revisão de 30 cursos brasileiros de Design, iniciativas embrionárias de uso de algoritmos evolutivos na fase de ideação; Ferreira (2023) amplia o recorte e constata migração gradual para IAGen baseada em aprendizado profundo, potencializando narrativas multimodais. De maneira complementar, Pizarro (2025) argumenta que o uso crítico da IA depende da mediação docente e da explicitação dos vieses algorítmicos, em consonância com as Recomendações da UNESCO (2022). Pesquisas em Engenharia também revelam avanços: Pozzebon, Frigo e Bittencourt (2004) descrevem ambientes de CAD adaptativos; Tavares, Meira e Amaral (2020) mapeiam 112 estudos que utilizam IA para apoiar modelagem e simulação, embora poucos se dediquem a competências criativas.

A incorporação de metodologias ativas fortalece o potencial da IAGen. Giraffa e Kohls-Santos (2023) demonstram que projetos baseados em problemas, quando integrados a ferramentas generativas, ampliam a motivação intrínseca e o sentimento de autoeficácia. Hessel e Lemes (2023) discutem a “criatividade distribuída” emergente, na qual estudantes iteram entre *prompt*, imagem e ajustes semióticos, formando uma espiral análoga ao modelo de aprendizagem criativa de Resnick (2009; 2020). Nesse fluxo, técnicas heurísticas como TRIZ e matrizes morfológicas continuam pertinentes; Boechat (2019) destaca que a IA amplia o espaço de busca, mas não substitui a análise dialética das contradições técnicas proposta por Altshuller (1996).

Outra tendência relaciona-se ao alinhamento com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). Telles, Barone e Silva (2020) observam que o paradigma da Indústria 4.0 gera pressões por soluções ecoeficientes, e que a IA pode acelerar iterações voltadas a artefatos de menor impacto ambiental. Soares *et al.* (2023) sugerem que, ao representar cenários futuros, modelos generativos permitem aos estudantes visualizar *trade-offs* entre desempenho e sustentabilidade, favorecendo decisões mais informadas.

Apesar dos progressos, as lacunas permanecem. Revisões sistemáticas indicam carência de protocolos de avaliação que combinem métricas de criatividade, complexidade técnica e aprendizagem socioemocional (Figueiredo *et al.*, 2023). Existem também poucas evidências quantitativas sobre ganhos cognitivos em níveis superiores da Taxonomia de Bloom, sobretudo na etapa de síntese e avaliação. Além disso, Parreira, Lehmann e Oliveira (2021) e Rodrigues e Rodrigues (2023) destacam resistência docente ligada à ausência de formação específica em IA e ao receio de erosão da autoria.

À luz desse cenário, o presente estudo propõe articular IAGen, TRIZ e metodologias ativas em um *framework* pedagógico rigorosamente avaliado, a fim de preencher essas lacunas e fornecer diretrizes replicáveis para currículos interdisciplinares.

Participaram 132 estudantes em dois ciclos formativos, envolvendo ODS, Taxonomia de Bloom e *prompts*, com avanços em criatividade, inglês técnico e expressão complexa (cadernos de entregas; depoimentos dos estudantes). Utilizando recursos abertos e acessíveis, estudantes de diferentes níveis exploraram limites da IAGen, conforme Giraffa e Kohls-Santos (2023), Pozzebon, Frigo e Bittencourt (2004), Boechat (2019) e Bezerra (2023).

Desafios éticos, socioemocionais e pedagógicos na adoção de IAGen



A integração da IAGen em ambientes educacionais levanta questões éticas que extrapolam a simples escolha de ferramentas. A UNESCO (2022) estabelece princípios de justiça, transparência e responsabilidade, alertando para os riscos de reprodução de estereótipos nos conjuntos de dados que treinam modelos generativos. No ensino de design, Pizarro (2024) discute o impacto social de produtos digitais baseados em IA destacando a importância de práticas de design centradas no humano e que preservem a diversidade cultural. Ferreira (2023) acrescenta que, ao automatizar parte da criação visual, a IA redefine parâmetros de autoria e originalidade, exigindo novos contratos pedagógicos sobre plágio e atribuição.

Do ponto de vista docente, pesquisas apontam percepções ambivalentes. Parreira, Lehmann e Oliveira (2021) identificaram, em *survey* com 416 profissionais, entusiasmo em relação ao apoio da IA a tarefas repetitivas, mas também insegurança quanto ao controle da sala de aula e à avaliação da aprendizagem. Rodrigues e Rodrigues (2023) aprofundam o debate ao examinar o *ChatGPT* como “terceiro interlocutor”, apontando desafios para desenvolver competências críticas quando respostas sintéticas são aceitas sem conferência. Essas evidências convergem com Du Boulay (2022), que defende modelos formativos baseados em transparência algorítmica e explicabilidade, possibilitando que estudantes compreendam limitações e vieses.

A literatura também ressalta implicações socioemocionais. Giraffa e Kohls-Santos (2023) observam que a cocriação com IA pode aumentar sentimentos de autonomia e pertencimento, desde que o ambiente promova feedback dialogado. Em contrapartida, Soares *et al.* (2023) alertam para a “ansiedade de comparação” gerada por artefatos altamente refinados em segundos, o que pode afetar a autoeficácia criativa. Boechat (2019) reforça a urgência de cultivar empatia e inclusão, sugerindo dinâmicas em que a IA seja mediadora de experiências sensoriais acessíveis, sobretudo para estudantes com deficiência.

No que diz respeito à infraestrutura técnica, estudos sobre CAD baseado em nuvem indicam que plataformas distribuídas em modelo SaaS (*Software as a Service*), acessadas via navegador e executadas em data centers com GPUs dedicadas ou virtualizadas, ampliam a experimentação e a colaboração em contexto educacional, reduzindo a dependência de estações locais de alto desempenho. Ao mesmo tempo, tais soluções deslocam para as instituições custos recorrentes de licença e conectividade, além de introduzirem novas exigências de governança e segurança dos dados de projeto (JUNK e SPANNBAUER, 2018; GAHA *et al.*, 2021; GAHA *et al.*, 2023). Bezerra (2023) argumenta que a usabilidade das interfaces generativas influencia diretamente a curva de aprendizagem, recomendando que tutoriais e cursos de “*prompt crafting*” ou de uso crítico de sistema de IA sejam integrados ao currículo.

No recorte brasileiro, Tavares, Meira e Amaral (2020) e Figueiredo *et al.* (2023) enfatizam a heterogeneidade no acesso à tecnologia, o que coloca em debate a equidade digital. Para superar essas assimetrias, Pozzebon, Frigo e Bittencourt (2004) sugerem políticas institucionais voltadas à utilização de softwares gratuitos de código aberto e capacitação docente contínua. Hessel e Lemes (2023) acrescentam que a literacia em IA deve contemplar “alfabetização ética”, capacitando alunos a reconhecerem *deepfakes* (vídeos sintéticos gerados por IA que simulam pessoas ou situações de forma realista e outras manipulações).



À luz dessas múltiplas dimensões, este estudo adota princípios da ética situacional e do design responsável como eixos estruturantes. Assume-se a IAGen enquanto recurso que não é neutro; por isso, foram incorporados procedimentos de mitigação de viés, revisão por pares e documentação transparente às atividades. Além disso, cada projeto de estudante foi vinculado a um ou mais ODS, reforçando a ligação entre criatividade tecnológica e responsabilidade social.

Essa abordagem visa demonstrar que desafios éticos não anulam os potenciais pedagógicos da IAGen. Pelo contrário, orientam a construção de ecossistemas de aprendizagem críticos, inclusivos e alinhados a práticas globais de sustentabilidade.

design

Abordagem metodológica

A estratégia metodológica foi delineada para dois componentes curriculares: Desafio Técnico-Gestor (DTG) e Desenvolvimento de Produtos (DP) que concentram a etapa conceitual do processo de design em níveis distintos de maturidade discente. Ambos os componentes foram ancorados nas metodologias ativas aprendizagem baseada em projetos (PBL) e espiral da aprendizagem criativa de Resnick (imaginar-criar-brincar-compartilhar-refletir-imaginar novamente) e em princípios de ética algorítmica recomendados pela UNESCO (2022; 2023). Essas abordagens deslocam o estudante da posição de receptor para a de protagonista, favorecendo a resolução colaborativa de problemas complexos e o desenvolvimento de competências cognitivas e socioemocionais. A partir da PBL, projetos autênticos e problemas mal-estruturados ativam investigação e tomada de decisão sob restrições, ao passo que artefatos de produto impõem critérios de desempenho e comunicação visual. A espiral estrutura ciclos curtos de prototipagem, partilha e retroalimentação reflexiva. O uso de IAGen potencializa as duas abordagens: aumenta a cadência de iterações, amplia repertórios imagéticos e viabiliza avaliação formativa frequente (*pré-criar-pós*). Assim, metodologias ativas e IA articulam-se para consolidar raciocínio projetual, autonomia e colaboração crítica. A Figura 1 sintetiza a progressão didática, dividida em ciclos para a disciplina de DTG e em fases de projeto em DP, considerando as atividades-chaves em cada etapa.

Figura 1: Progressão didática: ciclos e fases do projeto das disciplinas DTG e DEP

DTG	Ciclo 1	Planejamento estratégico que inclui definição temática, pesquisa de similares e registro de requisitos projetuais.
	Ciclo 2	Construção de <i>prompts</i> , interação com IAGen, reflexão crítica geração e validação das alternativas conceituais.
DEP	Fase informacional	Análise do ciclo de vida do produto; pesquisa de mercado e geração das especificações-meta.
	Fase conceitual	Detalhamento da estrutura funcional; aplicação de princípios de solução via TRIZ; geração de <i>prompts</i> e validação das alternativas conceituais.

Fonte: Elaborado pelas autoras

A investigação adota uma abordagem mista: análise qualitativa de portfólios, registros audiovisuais; grupos focais (formado pelos discentes) e análise quantitativa de autopercepção de aprendizagem segundo níveis cognitivos (do “lembrar” ao “criar”) de Bloom. Como contribuição teórica, o artigo propõe um *framework* pedagógico que relaciona atributos da IAGen (rapidez,



variabilidade, interatividade) a etapas do processo de design de produto; como contribuição prática, oferece um roteiro replicável de dez etapas, desde o briefing orientado por ODS até a edição final de representações gráficas inteligíveis.

Participaram 132 estudantes distribuídos em equipes heterogêneas, divididos em dois ciclos formativos. No primeiro ciclo, as equipes realizaram planejamento estratégico guiado pelos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), levantamento de similares e definição de requisitos; no segundo, focaram na criação e refinamento de *prompts* e na avaliação diagnóstica dos modelos gerados, triangulando resultados via Taxonomia de Bloom. A iteração contínua: analisar, gerar, refletir e revisar, possibilitou ganhos na visualização rápida de alternativas, no domínio de léxico técnico-criativo em língua inglesa e na comunicação de ideias complexas, conforme depoimentos e “cadernos de entregas” dos estudantes.

Para operacionalizar o design generativo, foram utilizados recursos de baixa barreira de entrada e de acesso aberto, permitindo que estudantes com perfis iniciantes (2.º a 4.º semestre) e avançados (7.º a 8.º semestre) compreendessem, aplicassem e criticassem as limitações das ferramentas de IAGen. Esse desenho pedagógico dialoga com recomendações de Giraffa e Kohls-Santos (2023), que sugerem ambientes de aprendizagem flexíveis, e com Pozzebon, Frigo e Bittencourt (2004), ao enfatizar o papel mediador do professor na curadoria de tecnologias. Além disso, o cruzamento da TRIZ com matrizes morfológicas expandiu o espaço de soluções, alinhando-se às discussões de design heurístico e criatividade computacional reportadas por Boechat (2019) e Bezerra (2023).

No Desafio Técnico-Gestor (DTG), os estudantes atuaram em equipes heterogêneas, conduzindo etapas de planejamento estratégico alinhadas aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), levantamento de similares e definição de requisitos. Já no Desenvolvimento de Produtos (DP), o foco concentrou-se na criação e no refinamento de *prompts*, além da avaliação diagnóstica dos modelos gerados. Em ambos os componentes, a dinâmica metodológica seguiu um ciclo iterativo: analisar, gerar, refletir e revisar em sintonia com a lógica do design generativo mediado por IA.

A mediação docente estruturou o percurso em três frentes complementares: estrutura técnica, curadoria ética e avaliação formativa. No plano técnico, padronizou a escrita de *prompts* (vocabúlos, restrições, parâmetros), orientou o uso de plataformas conforme objetivos (exploração estética, realismo, variação sistemática) e ensinou critérios de reprodutibilidade (salvar versões, registrar parâmetros). No plano ético, aplicou verificação de vieses, filtros de conteúdo sensível e revisão por pares, alinhados às diretrizes da UNESCO. Na avaliação formativa, conduziu sessões 360 graus (discente-discente, docente-discente e autoavaliação) mapeou evidências por níveis de Bloom (analisar, sintetizar, criar) e devolveu *feedbacks* orientados a critérios como aderência funcional, coerência semântica e clareza comunicacional. Esse arranjo explicitou o papel do professor como curador de ferramentas e designer de experiências, garantindo rigor metodológico e segurança pedagógica ao uso da IAGen.

Desafio Técnico-Gestor (DTG)



Neste componente, foi estruturada a aprendizagem em dois ciclos complementares que conjugam investigação estratégica, ideação divergente e validação rápida com IAGen. O primeiro ciclo orienta o grupo na definição de desafio, análise de mercado e formalização de requisitos projetuais; o segundo opera a construção iterativa de *prompts*, exploração de soluções via ferramentas generativas e síntese narrativa apoiada em prototipação acelerada. Cada etapa associa métodos consagrados de criatividade, métricas de Bloom e alinhamento ético aos ODS propostos pela UNESCO recentemente. A saber:



Ciclo 1 – Planejamento estratégico e requisitos

- Definição temática orientada aos ODS: equipes escolhem um desafio educacional, sustentável, socioambiental (ODS 4, 6, 7, 9, 11 ou 12) a partir de consulta dos desdobramentos e subtópicos disponíveis no site da ONU e matrizes de prioridade.
- Mapeamento de oportunidades: análise sincrônica de produtos existentes (comparação de desempenho, custo e impacto), apoiada por *brainstorming* guiado no modelo “Como poderíamos resolver este problema?”.
- Pesquisa de similares e legislação: estudo diacrônico para identificar a evolução de soluções análogas e lacunas regulatórias.
- Requisitos projetuais: a partir de matriz com parâmetros específicos (requisito do cliente, requisito de projeto, qualidade Kano, objetivo do requisito no produto, métrica, saídas indesejáveis) sob orientação docente para converter voz do usuário em parâmetros de engenharia.

Ciclo 2 – Construção de *prompts* e validação

- Geração inicial de *prompts*: *Brainwriting* 6-3-5 produz, em 30 minutos, aproximadamente 54 descrições textuais por grupo; resultados são refinados com SCAMPER para variação sistemática.
- Iteração com IA generativa: cada *prompt* é submetido a plataformas gratuitas (Figura 3), produzindo imagens conceituais. A avaliação diagnóstica usa a matriz de diferencial semântico para aferir atributos-chave (estético, funcional, simbólico).
- Reflexão crítica: sessões de Seis Chapéus do Pensamento (De Bono, 2017) discutem viabilidade, riscos éticos e oportunidades de valor.
- Síntese narrativa: *storytelling* estrutura a proposta em formato “*pitch* de no máximo 3 minutos”, relacionando benefício, usuário, contexto e diferenciais de mercado.
- Validação rápida: *Design Sprint* de 100 minutos (2hora/aula) prototipa um modelo 3D simplificado, validado em testes de uso fictícios.



Desenvolvimento de Produtos (DP)

Na disciplina de Desenvolvimento de Produtos, o percurso formativo é segmentado em fases informacional e conceitual que se articulam para conduzir da compreensão do problema à síntese de soluções orientadas pela sustentabilidade. A etapa inicial engloba análise de ciclo de vida, pesquisa de mercado e especificação de requisitos projetuais. Na sequência, a fase conceitual integra métodos heurísticos, ferramentas de ideação e modelagem com IA generativa. O itinerário combina abordagens analíticas e criativas para fomentar competência técnica, sensibilidade ética e originalidade projetual, conforme a seguir:

Fase informacional

- Análise do ciclo de vida: identificação de estágios críticos para redução de impacto ambiental; estratégia do *Oceano Azul* delimita “não-clientes” e oportunidades de valor inovador.
- Pesquisa de mercado e matriz QFD: coleta de requisitos latentes; *Brainwriting* 6-3-5 converte dados de campo em atributos de projeto.
- Especificações-meta: a partir dos resultados do QFD convergindo em síntese dos requisitos em documento técnico-gerencial.

Fase conceitual

- Estrutura funcional: decomposição em função global e subfunções; TRIZ orienta quebra de contradições técnicas.
- Princípios de solução: matrizes morfológicas cruzam funções com alternativas, precedendo testes de IA generativa.

Ferramentas de criatividade utilizadas nessa fase:

- Biomimética: derivação de princípios formais e funcionais inspirados em sistemas biológicos para flexibilizar e promover soluções sustentáveis.
- *Design Thinking*: empatia, definição, ideação, protótipo, teste.
- SCAMPER e PNI: exploração divergente e convergente de conceitos.
- Geração de *prompts* avançados: estudantes integram taxonomia TRIZ e adjetivação sensorial (diferencial semântico) para produzir descrições bilíngues (português/inglês).
- Modelos 3D e renderização: arquivos exportados de IA são avaliados pela rubrica Bloom (criar), verificando síntese e originalidade.

A Figura 2 correlaciona ferramenta de criatividade, momento de aplicação e Objetivo de Aprendizagem (OA).

Figura 2: Etapa de aplicação e objetivos de aprendizagem por método/ferramenta

Método / ferramenta	Etapa em que é aplicada	Objetivo de aprendizagem (OA)
Seis chapéus do pensamento	Reflexão crítica (DTG Ciclo 2)	Desenvolver pensamento multilateral e ética do design
<i>Design Sprint</i>	Validação rápida (DTG Ciclo 2)	Prototipar em curto ciclo e testar valor de uso
<i>Storytelling</i>	Síntese narrativa (DTG Ciclo 2)	Comunicar proposta de valor de forma empática
SCAMPER	Ideação divergente (DTG Ciclo 2 / DP-Conceitual)	Expandir soluções por modificação sistemática
PNI	Avaliação de alternativas	Balancear decisão considerando trade-offs
<i>Design Thinking</i>	Empatia e definição (DP-Conceitual)	Mapear necessidades e contextos extremos
Estratégia do oceano azul	Análise de mercado (DP-Informacional)	Identificar espaço de valor não disputado
Biomimética	Ideação analógica (DP-Conceitual)	Aplicar princípios bioinspirados para gerar soluções de projeto
Análise de diferencial semântico	Avaliação perceptual (DTG Ciclo 2)	Medir atributos simbólicos do conceito
Análise sincrônica	Benchmark (DTG Ciclo 1)	Comparar parâmetros críticos em tempo presente
Análise diacrônica	Tendências (DTG Ciclo 1)	Antecipar evolução tecnológica
Brainwriting 6-3-5	Geração de <i>prompts</i> (ambas)	Produzir volume de ideias sem bloqueio

Fonte: Elaborado pelas autoras

Todos os artefatos gerados, cadernos de entregas, matrizes, *prompts*, imagens IA, *renders* e *pitches* foram documentados em repositório institucional de acesso restrito à mediação docente. A avaliação quantitativa concentrou-se em: a) contagem de alternativas viáveis; b) pontuação de originalidade (escala de 1-5) e c) progresso cognitivo (pré e pós-testes baseados em Bloom). Dados qualitativos foram obtidos via grupos focais mediados pela técnica de *Story Circles* (RAPOVETS, 2024) e triangulados com questionários de autoeficácia (escala *Likert* de cinco pontos). A análise combinou estatística descritiva (médias, desvios) e análise temática. Todos os participantes assinaram termo de consentimento. A curadoria de *prompts* utilizou filtros de conteúdo sensível e *checklist* de vieses (UNESCO, 2022). A adaptação de interfaces considerou recursos de acessibilidade (contraste, leitores de tela, legendagem).

Ao articular ciclos de planejamento, ideação e validação com um arsenal de métodos criativos, cada qual já validado em pesquisas contemporâneas, a metodologia sustenta um ambiente de aprendizagem colaborativo, crítico e alinhado aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). O próximo capítulo apresenta os resultados empíricos e a discussão sobre os efeitos cognitivos e projetuais observados.

Etapas empregadas na criação e desenvolvimento dos modelos conceituais com IA generativa

O processo iniciou-se com a elaboração de versões preliminares dos projetos pelas equipes. Após orientação docente e apresentação de um portfólio de plataformas e aplicativos gratuitos de IA generativa, conforme Figura 3. Os estudantes foram incentivados a explorar autonomamente cada ferramenta, empregando verbetes e terminologias simples. Essa experimentação serviu para que compreendessem, por inferência, como os modelos interpretam comandos textuais e transformam instruções em imagens. Na continuidade do desenvolvimento das alternativas, analisaram coletivamente os resultados, identificando padrões de acerto e limitações algorítmicas, o que consolidou um primeiro repertório crítico sobre o funcionamento interno desses sistemas.

Figura 3: Comparativo das IAGen utilizadas na geração de alternativas conceituais pelas equipes de projeto

Ferramenta	Descrição sintética da IAGen	Foco principal	Aplicações típicas
<i>DALL-E 2/3</i>	Modelo da OpenAI que converte descrições textuais em imagens de alta coerência semântica, com múltiplas variações por <i>prompt</i> .	Geração de imagem baseada em texto	Ideação rápida, <i>storyboards</i> , arte conceitual, design de produtos
<i>Stable Diffusion / DreamStudio</i>	Arquitetura de difusão de código aberto (e serviço oficial) que permite ajustar parâmetros, treinar e gerar imagens detalhadas em GPU local ou na nuvem.	Geração de imagem personalizável e detalhada	Arte, design, ajustes finos para identidades visuais, ilustração editorial
<i>Leonardo.ai</i>	Plataforma <i>web</i> que oferece modelos próprios e ajustes finos (<i>game-assets</i> , <i>cyberpunk</i> , <i>anime</i>), além de ferramentas assistentes de criação de <i>prompts</i> .	Arte digital estilizada	Design de personagens, <i>concept art</i> para jogos e animação
<i>Lexica.art</i>	Repositório de <i>prompts</i> e gerador on-line baseado em <i>Stable Diffusion</i> ; permite buscar referências, remixar <i>prompts</i> e produzir novas imagens.	Biblioteca de <i>prompts</i> + geração de imagem	Pesquisa visual, <i>benchmarking</i> de estilo, variações conceituais
<i>Image Creator (Bing)</i>	Interface gratuita alimentada por <i>DALL-E 3</i> integrada ao <i>Bing</i> ; gera imagens 1024 ² filtrando conteúdo sensível.	Geração rápida e acessível	Materiais educacionais, ilustrações de posts, infográficos
<i>ImageReal</i>	Serviço focado em realismo fotográfico, com modelos ajustados para textura, iluminação e profundidade naturais.	Realismo em imagens	<i>Mock-ups</i> de produtos, visualização de protótipos, <i>renders</i> arquitetônicos
<i>Runway Gen-2</i>	Modelo multimodal que gera imagens ou vídeos curtos a partir de texto, <i>still frames</i> ou <i>image-to-image</i> , com ênfase em <i>storytelling</i> .	Geração de imagem e vídeo	Previsualização cinematográfica, <i>animatics</i> , efeitos visuais

Fonte: Elaborado pelas autoras

As três plataformas mais acionadas (*DALL-E*, *Stable Diffusion/DreamStudio* e *Leonardo.ai*) apresentaram perfis distintos e complementares. *DALL-E* entregou coerência semântica alta com *prompts* curtos, favorecendo iterações rápidas em turmas iniciantes. *Stable Diffusion/DreamStudio* (*SD*) ofereceu controle fino (modelos/LoRA, parâmetros), adequado a contextos avançados e à discussão de reprodutibilidade. *Leonardo.ai* privilegiou estilizações e acervos temáticos, úteis à construção de identidade visual de conceitos. Pedagogicamente, *DALL-E* acelera a entrada no problema; *SD* promove metacognição técnica (por que o ajuste muda o resultado?); *Leonardo* amplia repertório estilístico e senso crítico sobre estilo em contraponto à função. Em conjunto, a triangulação apoia divergência informada e convergência justificada nas entregas conceituais.

Na sequência, iniciou-se o ciclo de refinamento. As descrições textuais foram reescritas com maior precisão vocabular, traduzidas para o inglês, língua que demonstrou maior aderência semântica nas ferramentas e novamente submetidas às plataformas. Cada iteração foi acompanhada de uma avaliação entre pares em formato 360°, com mediação docente, na qual as equipes discutiram clareza de *prompt*, aderência funcional e qualidade estética das imagens geradas. Esse diálogo estruturado fomentou a metacognição e ampliou a consciência sobre vieses linguísticos e culturais incorporados aos modelos.

Concluída a fase de iteração textual, realizou-se uma avaliação diagnóstica dos protótipos visuais à luz da Taxonomia de Bloom. A análise concentrou-se em evidenciar a progressão dos níveis cognitivos de “compreender” a “criar” mediante verificação de critérios como originalidade, complexidade técnico-funcional e coerência com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. Os resultados indicaram avanço consistente, sobretudo nos domínios de análise e



síntese, demonstrando que a IA, quando criticamente mediada, potencializa a elevação cognitiva em curto espaço de tempo.

A etapa seguinte exigiu personalização intensiva: dado que cada projeto atendia a necessidades e segmentos distintos, as equipes adaptaram os modelos conceituais às especificidades de uso, contexto e usuário. Esse momento intensificou a colaboração intergrupar; além de partilhar *prompts* aperfeiçoados, os estudantes difundiram novos recursos, editores que convertem imagem em vídeo, geradores de malhas 3D a partir de texto, dentre outros, ampliando o ecossistema de ferramentas e nutrindo aprendizagem horizontal.

Por fim, alcançada uma configuração visual alinhada aos requisitos projetuais, as equipes procederam à edição gráfica das representações. Complementaram as imagens com indicações de funcionalidades, cenários de uso e referências dimensionais que incluíam silhuetas humanas, assegurando inteligibilidade autônoma do protótipo, sem necessidade de explicação oral. Esse resultado materializou o objetivo didático de traduzir requisitos abstratos em artefatos visuais claros, morfologicamente consistentes e semanticamente ricos, demonstrando a eficácia da IA generativa como parceira no ciclo de concepção de produtos.

No contexto deste estudo, estabeleceu-se como premissa que os modelos conceituais funcionariam simultaneamente como artefatos mediadores do processo de configuração e como marcos de verificação da linha do tempo de desenvolvimento em cada componente curricular. Assim, a materialidade visual gerada por IA deveria conter informação suficiente para subsidiar as etapas subsequentes de detalhamento, promover discussões de viabilidade técnico-econômica e garantir rastreabilidade em relação aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) que ancoram o projeto pedagógico.

Para o Desafio Técnico-Gestor (DTG), o resultado concentrou-se em um caderno de entregas final. Esse dossiê, estruturado em portfólio digital, contemplou o(s) ODS norteador(es) explicitado(s) na capa técnica; a descrição sintética dos problemas mapeados e respectiva justificativa de relevância social; a necessidade específica do usuário ou mercado a ser atendido; o diferencial de proposta de valor em comparação com soluções existentes; e por fim, a seção “*Venda seu peixe!*”, na qual a equipe apresenta um *pitch* persuasivo de até 60 segundos, articulando funcionalidades, benefícios e potencial de impacto.

Para o Desenvolvimento de Produtos (DP), definiu-se que o resultado seria um artigo científico destinado à submissão em evento acadêmico em áreas afins. O *paper* deveria seguir a NBR 6028 quanto à estrutura do resumo e respeitar a sequência clássica: introdução, desenvolvimento, métodos, resultados, conclusão e referências. Dessa forma, buscou-se não apenas consolidar competências de redação técnica e normatização bibliográfica, mas também inserir os discentes no circuito formal de divulgação científica, reforçando a indissociabilidade entre prática projetual e produção de conhecimento validado por pares.

A Figura 4 evidencia progressão consistente de desempenho nos dois públicos. No DTG, o número médio de conceitos por equipe aumenta de 4 para 7 (+75%), com duplicação de alternativas viáveis (de 2 para 4) e incremento de originalidade (de 2,6 para 3,4). O tempo por iteração reduz-se de 12 para 8 minutos (-33%), acompanhado de maior pontualidade (de 82% para 91%). Em DP, a evolução entre a fase informacional e a conceitual é ainda mais pronunciada:

conceitos de 5 para 9 (+80%), alternativas viáveis de 2 para 6 (+200%), originalidade de 3,0 para 4,0, ciclo de iteração de 9 para 6 min (-33%) e prazos de 88% para 95%. Em termos relativos, o DP-Conceitual supera respectivamente o DTG-Ciclo 2 em volume (9 e 7), viabilidade (6 e 4) e originalidade (4,0 e 3,4), mantendo menor tempo de iteração (6 e 8), o que é compatível com a maior senioridade discente.

Figura 4: Indicadores quantitativos por componente (DTG/DP) e ciclo/fase de projeto

Indicador	DTG (Ciclo 1)	DTG (Ciclo 2)	DP (Fase informacional)	DP (Fase conceitual)
Conceitos gerados por equipe (média)	4	7	5	9
Alternativas viáveis (média)	2	4	2	6
Originalidade (1-5) 1=convencional / 5=inédito funcional	2,6	3,4	3	4
Tempo médio por iteração (min)	12	8	9	6
Taxa de cumprimento de prazos (%)	82	91	88	95

Fonte: Elaborado pelas autoras

Por fim, imagens selecionadas dos protótipos visuais, das páginas-chave do caderno de entregas e das representações gráficas principais podem ser visualizadas nas Figuras 5,6 e 7.

Figura 5: Descritivos técnicos relatando o desenvolvimento dos produtos



Fonte: Elaborado pelas autoras

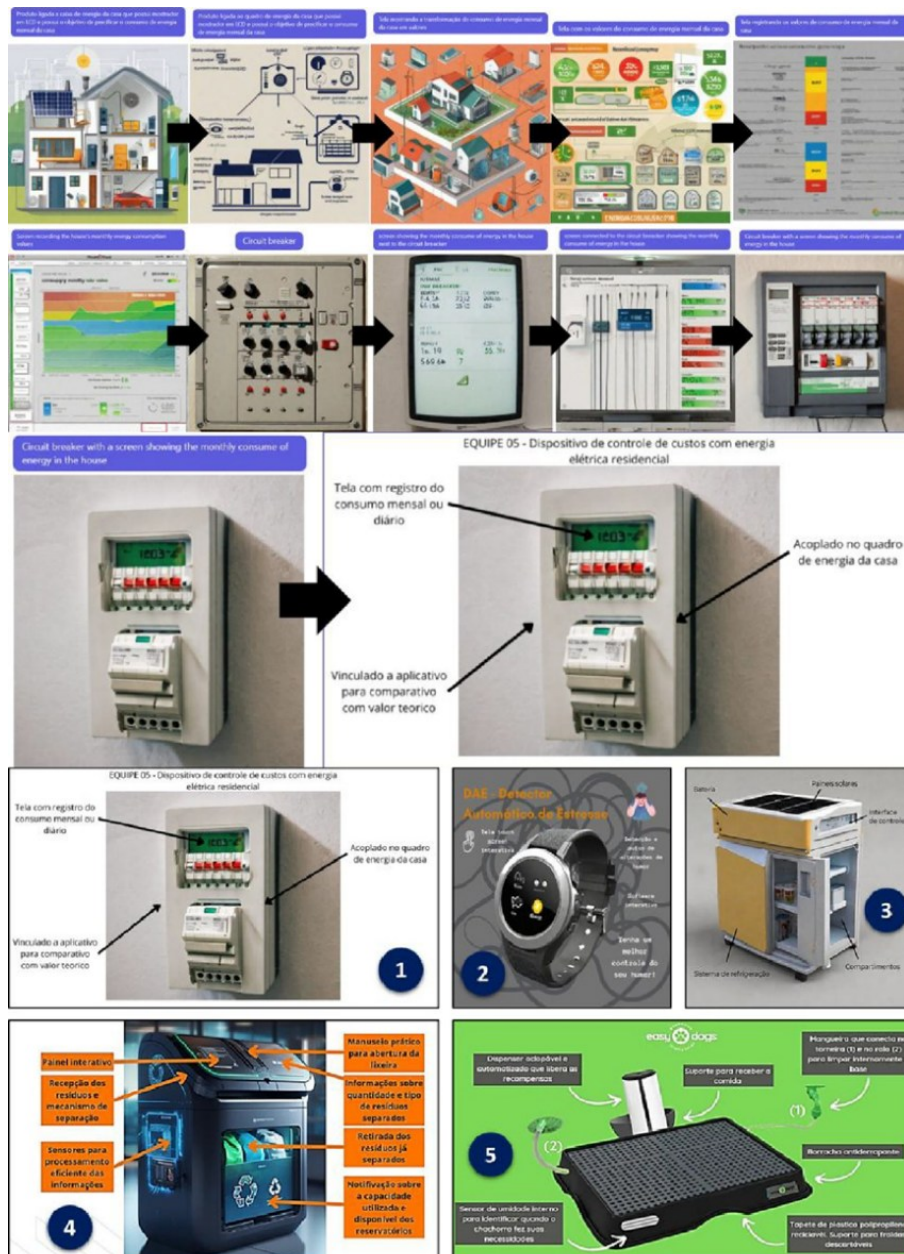
Figura 6: Alternativas conceituais geradas por IAGen e desenvolvidas pelos estudantes do Desafio Técnico-Gestor





Fonte: Arquivo pessoal das autoras

Figura 7: Alternativas conceituais geradas por IAGen e desenvolvidas pelos estudantes de Desenvolvimento de Produtos



Fonte: Arquivo pessoal das autoras

Considerações finais

A integração de Inteligência Artificial Generativa, métodos heurísticos e metodologias ativas mostrou-se aplicável a variados componentes curriculares, da graduação ao *stricto sensu*, e apta a fomentar experiências interdisciplinares. As estratégias mobilizadas incluíram Aprendizagem Baseada em Projeto (PBL), espiral da aprendizagem criativa, gestão de informação, uso de aplicativos como mediadores, promoção do trabalho em equipe, dissonância e flexibilidade cognitiva, resolução de problemas complexos, decisão coletiva e desenvolvimento de competências socioemocionais. Esse ecossistema pedagógico favorece um ambiente adaptativo, centrado no estudante e orientado por desafios.

Os resultados evidenciaram avanços consistentes nos objetivos de aprendizagem. Os estudantes aprimoraram a visualização e a iteração de conceitos, comunicaram ideias complexas



com maior precisão e ampliaram repertórios inovadores. Observou-se elevação da participação, curiosidade e atenção, associadas à ludicidade e incremento da produtividade. As equipes cumpriram prazos, planejaram e geriram tarefas, demonstraram autonomia, flexibilidade cognitiva e progressão gradual nos níveis de Bloom. A inteligência artificial funcionou como vetor de criatividade, apoiando análise, síntese e avaliação, enquanto a decisão colaborativa foi consolidada por meio de feedback estruturado.

Participaram dois grupos de discentes distintos: alunos de todos os cursos presenciais da universidade na qual, entre o segundo e o quarto semestre, matriculados em Desafio Técnico-Gestor; e estudantes de Engenharia Mecânica (a partir do sétimo semestre) e de Engenharia de Produção (a partir do oitavo), inscritos em Desenvolvimento de Produtos. A aplicação simultânea a públicos com repertórios iniciante e avançado permitiu monitorar a formação por competências em diferentes estágios, demonstrando que trilhas adaptativas personalizam a aprendizagem e fortalecem a transição gradual para a prática profissional.

O estudo restringe-se a uma instituição e a dois componentes curriculares, com dependência de infraestrutura digital e de *prompts* em inglês, fator que pode introduzir vieses linguísticos. A avaliação quantitativa baseou-se em indicadores pragmáticos como contagem de alternativas, originalidade por rubrica e mapeamento de Bloom, carecendo de medidas padronizadas de criatividade e de testes com usuários finais. Em contrapartida, o protocolo é replicável em cursos presenciais ou híbridos de Engenharia, Arquitetura e Design, bem como em *lato sensu/stricto sensu*, desde que se preservem os ciclos curtos de iteração, mediação docente explícita, curadoria ética e registros sistemáticos dos parâmetros gerativos.

Referências

- ALTSHULLER, Genrikh Saulovich. **And suddenly the inventor appeared: TRIZ**, the theory of inventive problem solving. Technical Innovation Center, Inc., 1996.
- BARROCAL, C.; MAZZILLI, C. T. S. Designing with generative systems: a creative-processes-oriented discussion. **Estudos em Design**, Rio de Janeiro, v. 30, n. 1, p. 105-120, 2022.
- BEZERRA, A. Inteligência artificial e usabilidade: o papel das tecnologias como apoio em projetos de UX Design. **Publicações**, Porto Alegre, 2023.
- BOECHAT, C. Inteligência Artificial, empatia e inclusão: um problema de design. **Ergodesign & HCI**, Rio de Janeiro, v. 7, n. Especial, p. 51-63, 2019.
- BRAGA, Rodrigo et al. Inteligência Artificial & Tecnologias Inteligentes no Ensino de Design: Desafios e Relevância. **Blucher Design Proceedings**, v. 2, n. 9, p. 993-1004, 2016.
- DE BONO, Edward. **Six Thinking Hats**: The multi-million bestselling guide to running better meetings and making faster decisions. Penguin uk, 2017.
- DU BOULAY, B. Inteligência artificial na educação e ética. **RE@D – Revista de Educação a Distância e eLearning**, v. 6, n. 1, e202303, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.34627/redvol6iss1e202303>. Acesso em: 10 maio 2025
- FERREIRA, Â. Inteligência Artificial no Design de Comunicação em Portugal. **Rotura – Revista de Comunicação, Cultura e Artes**, Lisboa, v. 3, n. 2, p. 114-133, 2023.
- FIGUEIREDO, L. O. et al. Desafios e impactos do uso da Inteligência Artificial na educação. **Educação Online**, Brasília, v. 18, n. 44, p. e18234408, 2023.



FISHER, T.; HERR, C. Teaching generative design. In: Conference on Generative Art, 4., 2001, Milano. **Anais [...]**. Milano: Politecnico di Milano, 2001.

GAHA, Raoudha; NICOLET, Pierre-Marie; BRICOGNE, Matthieu; EYNARD, Benoit. Teaching experiments for engineering education based on cloud CAD software. **Proceedings of the Design Society**, v. 1, p. 2951-2960, 2021. DOI: 10.1017/pds.2021.556.

GAHA, Raoudha; NICOLET, Pierre-Marie; BRICOGNE, Matthieu; EYNARD, Benoit. Evaluation of cloud-based CAD software in teaching experiments for engineering education: 3D Experience. In: WALHA, L. et al. (org.). **Design and modeling of mechanical systems – V**. Cham: Springer, 2023. p. 313-322. (Lecture Notes in Mechanical Engineering). DOI: 10.1007/978-3-031-14615-2_36.

GIRAFFA, Lucia; KOHLS-SANTOS, Pricila. Inteligência Artificial e Educação: conceitos, aplicações e implicações no fazer docente. **Educação em análise**, v. 8, n. 1, p. 116-134, 2023.

HEssel, Ana Maria Di Grado; LEMES, David de Oliveira. Criatividade da Inteligência Artificial Generativa. **TECCOGS: Revista Digital de Tecnologias Cognitivas**, n. 28, p. 119-130, 2023.

JUNK, Stefan; SPANNBAUER, Dennis. Use of cloud-based computer aided design software in design education. In: **International Conference on Information Technology based Higher Education and Training**, 17., 2018, Olhão. **Anais [...]**. [S.l.]: IEEE, 2018. p. 1-6. DOI: 10.1109/ITHET.2018.8424769.

PARREIRA, Artur; LEHMANN, Lúcia; OLIVEIRA, Mariana. O desafio das tecnologias de inteligência artificial na Educação: percepção e avaliação dos professores. **Ensaio: avaliação e políticas públicas em educação**, v. 29, p. 975-999, 2021.

PIZARRO, Carolina Vaitiekunas. Design e ética em IA: reflexões a partir do impacto social do Lensa enquanto produto digital baseado em Inteligência Artificial. **Design e Tecnologia**, n. 28, p. 100-115, 2024.

PIZARRO, Carolina Vaitiekunas. O uso crítico da Inteligência Artificial como ferramenta de criação no ensino do Design. **Estudos em Design**, v. 33, n. 1, 2025.

POZZEBON, Eliane; FRIGO, Luciana Bolan; BITTENCOURT, Guilherme. Inteligência artificial na educação universitária: quais as contribuições. **Revista do Centro de Ciências da Economia e Informática da Universidade da Região da Campanha Urcamp**, Editora da URCAMP-EDIURCAMP, Bagé, v. 8, n. 13, p. 34-41, 2004.

RAPOVETS, Elena. The 8-Step Dan Harmon Story Circle: Story Structure Guide. **The Book Designer**, 30 abr. 2024. Disponível em: <https://www.thebookdesigner.com/the-dan-harmon-story-circle/>. Acesso em: 08 nov. 2025

RESNICK, M. Sowing the seeds for a more creative society. In: CHI CONFERENCE ON HUMAN FACTORS IN COMPUTING SYSTEMS, 2009, Boston, MA, USA. **Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems**. New York: ACM, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1145/1518701.2167142>. Acesso em: 15 maio 2025.

RESNICK, Mitchel. **Jardim de infância para a vida toda**: por uma aprendizagem criativa, mão na massa e relevante para todos. Penso Editora, 2020.

RODRIGUES, Olira Saraiva; RODRIGUES, Karoline Santos. A inteligência artificial na educação: os desafios do ChatGPT. **Texto Livre**, v. 16, p. e45997, 2023.

SOARES, Bruno Johnson et al. Implicações da inteligência artificial na educação. **TECCOGS: Revista Digital de Tecnologias Cognitivas**, São Paulo, n. 28, p. 76-86, 2023.

TAVARES, Luis Antonio; MEIRA, Matheus Carvalho; AMARAL, Sergio Ferreira do. Inteligência artificial na educação: Survey. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 6, n. 7, p. 48699-48714, 2020.



TELLES, Eduardo Santos; BARONE, Dante Augusto Couto; SILVA, Alexandre Moraes da. Inteligência Artificial no Contexto da Indústria 4.0. In: **Workshop sobre as Implicações da Computação na Sociedade (WICS)**. SBC, 2020. p. 130-136.

UNESCO. Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura. **Recomendações sobre a ética da inteligência artificial**. 2022. Disponível em: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000381137_por. Acesso em: 08 jun. 2024.

UNESCO. Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura. **Guia para a IA generativa na educação e na pesquisa**. 2023. Disponível em: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000390241>. Acesso em: 11 jun. 2024.



Sobre as autoras

Andrea de Matos Machado

Pós-doutoranda em Estudos Étnicos e Africanos (UFBA); doutora em Artes Visuais (UFBA); mestre em Gestão e Tecnologia Industrial (SENAI CIMATEC) e em Museologia (UFBA). Pesquisadora e docente no SENAI CIMATEC, onde integra o CONSEPE/CONSU. Na UNEB, coordena o Núcleo de Acessibilidade e Inclusão do DCET1, é docente do Colegiado de Design e membro do NDE. Na UFBA, atua no PPG em Artes Visuais e no PPG em Design. ORCID. <https://orcid.org/0000-0001-5430-7970>

Suzi Maria Carvalho Mariño

Pós-doutora em Design (PUC-RJ); doutora e mestre em Arq. e Urbanismo (USP); espec. em Met. do Ens. Superior (FEBA), Design de Produto (UNEB), Ativ. Fis. e Saúde (UFBA) e pós-graduanda em Neurociência e Comportamento (PUC-RS). Profa. adjunta (UEFS), profa. titular aposentada (UNEB e UFBA). Docente PPG em Desenho, Cultura e Interatividade (UEFS) e Artes Visuais (UFBA). Líder do grupo de pesquisa Ergonomia, Design e Emoção (CNPq). ORCID. <https://orcid.org/0000-0001-8869-2299>

Carina Santos Silveira

Doutora em Artes Visuais (UFBA); mestre em Engenharia Mecatrônica (UFBA); especialista em Design de Produto (UNEB) e bacharela em Desenho Industrial (UNEB). Líder do grupo de pesquisa Design, Ergonomia e Emoção. Docente na Universidade Federal da Bahia. Docente permanente do Programa de Pós-graduação em Artes Visuais (PPGAV) e do Programa de Pós-graduação em Design (PPGDesign) - UFBA. ORCID. <https://orcid.org/0000-0001-5266-1204>