

A combinação de inteligência artificial e criatividade no desenvolvimento de produtos.

Cardozo, Bruno da Silva
brunobsc@ita.br

Melchiori, Elder Lucio
eldermelchiori@gmail.com

Rehder, Ivan de Souza
ivan@ita.br

30 de novembro de 2022

Resumo

Atualmente algoritmos de inteligência artificial vem auxiliando o ser humano em diversas tarefas e atividades que são repetitivas ou que demandam muito tempo. Uma dessas tarefas são as primeiras etapas de criação de um produto novo. Esse artigo busca fazer uma leitura de artigos acadêmicos a fim de entender o uso de inteligência artificial nos processos de criação dentro do desenvolvimento de produto.

Através de uma análise sistemática partindo de 51 artigos, analisou-se 7 artigos fortemente relacionados a inteligência artificial, criatividade, e desenvolvimento de produto. Por fim percebeu-se que a presença desses programas vem aumentando nas equipes de indústrias e de empresas, principalmente as digitais.

1 Introdução

Seja para criar um novo produto, seja para solucionar um problema ou para criar novas obras de arte, o ser humano sempre contou com a sua criatividade para o auxiliar no dia-a-dia e no caminhar da humanidade, mas não significa que por estar presente o tempo todo entre os *homo sapiens* não significa que todos tem uma facilidade em extrair o máximo dela.

Existem cursos e técnicas que podem guiar uma pessoa a encontrar inspiração e assim elaborar uma resposta criativa a um problema que ela esta encarando. Recentemente, no final do século XX e no começo do século XXI, uma nova tecnologia apareceu para ajudar os seres humanos em diversas tarefas. Algoritmos especiais de computador capazes de realizar tarefas que antes exigiam tempo e concentração, agora podem ser feitas por linhas de código e em uma fração do tempo anterior.

Esses algoritmos, classificados como algoritmos de inteligência artificial, podem também estimular a criatividade de um designer, de um engenheiro ou de um artista nas etapas preliminares de criação.

O presente artigo busca fazer um estudo no que se tem no meio acadêmico atualmente sobre a interação dessas três áreas: Inteligência artificial; Processos de criatividade; e Desenvolvimento de produto. Para isso ele propõe:

- Uma revisão bibliográfica desses três conceitos, apresentados na sessão 2;

- Uma análise metodológica de artigos acadêmicos que unem esses 3 conceitos, conteúdo da sessão 3;
- O que dizem os artigos lidos, vistos aqui como os resultados e as discussões presentes na sessão 4;
- E por fim, as conclusões do estudo e trabalhos futuros na sessão 5.

2 Revisão bibliográfica

Antes de avançar nos métodos e nos resultados da análise, é importante definir os principais conceitos usados aqui nessa pesquisa.

Inteligência artificial (IA)

Inteligência artificial foi definido por John McCarthy em 1955 como sendo "a ciência e engenharia de criar máquinas inteligentes" (HAMET; TREMBLAY, 2017). Existe muita literatura hoje em dia sobre IA mas ainda não existe uma opinião geral sobre os seus benefícios e malefícios (HAMET; TREMBLAY, 2017).

IA não precisa ser algo indiferenciável do comportamento ou se capaz de simular o raciocínio humano (VERGANTI *et al.*, 2020). Nós só precisamos de um computador que seja capaz de realizar tarefas repetitivas ou que buscam um certo padrão como reconhecimento de imagem, processar um texto ou analisar grandes bancos de dados, campo hoje em dia muito dominado pelos algoritmos de máquinas (VERGANTI *et al.*, 2020; CHEN *et al.*, 2019). Abordagens e métodos de pesquisa baseado em dados, como a aprendizagem de máquinas, são vantajosos para a análise de grandes quantidades de dados reconhecimento de padrões. Nos últimos anos, os algoritmos de aprendizagem de máquinas podem até ser usados para construir modelos a partir de dados que não estão necessariamente relacionados de forma linear (EDWARDS *et al.*, 2022).

O conceito de inteligência artificial é muito amplo, portanto também é dividido em muitos tipos. Li e Lin (2021) agrupa-os de acordo com a força, que pode ser dividida em três categorias. Uma Inteligência Artificial Fraca, que é boa em um único aspecto, pode vencer o campeão mundial de xadrez, por exemplo, mas que só pode jogar xadrez. Um nível acima, a Inteligência Artificial Geral (AGI) contempla uma ampla gama de habilidades mentais capazes de pensar, planejar, resolver problemas, pensar abstratamente, compreender idéias complexas, aprender rapidamente e aprender com experiências anteriores. Acima, a Superinteligência Artificial (ASI) agrupa a categoria mais forte, capaz de ser muito mais inteligente que os cérebros humanos em quase todos os campos, incluindo inovação científica, conhecimento geral e habilidades sociais.

Processos de criatividade

Criatividade é um atributo que define se algo ou alguém é original, num sentido de ser único, ou adaptativo. Os processos de criatividade são os que resultam em ideias, soluções ou produtos originais. (RUNCO; CHAND, 1995).

O uso de criatividade e a busca por inovação, são comumente vistos nas etapas preliminares de desenvolvimento de produtos, principalmente nas etapas de design. (CHEN *et al.*, 2019) e são passos importantes para o surgimento de produtos, soluções e tecnologias novas (EDWARDS *et al.*, 2022)

Desenvolvimento de produto

É a etapa onde são feitas as decisões que podem gerar produtos ou serviços inovadores e até mesmo testadas (VERGANTI *et al.*, 2020). Uma das consequências de se ter um processo de desenvolvimento de produto é apresentar passos que, gradualmente, vão reduzir os riscos e as incertezas do produto, mas não ao ponto de eliminá-los (BAXTER, 2018). Ao desenvolver novos produtos, tais meios, se utilizados adequadamente, podem ajudar a ampliar a perspectiva do desenvolvimento de produtos e integrar mais elementos inovadores a eles. Portanto, podemos saber que todo o processo de desenvolvimento e design de produtos deve ser muito mais flexível do que a introdução e aplicação das tecnologias de inteligência artificial (LI; LIN, 2021).

3 Metodologia

Buscas por artigos científicos foram feitas utilizando dois bancos de dados para pesquisa de artigos, o SCOPUS e o Web of Science (WOS). A pesquisa iniciou no dia 24 de outubro de 2022. A principal pergunta de pesquisa é “Como a IA auxilia no processo em métodos de criatividade dentro do desenvolvimento de produto (integrado)?”

Para as buscas os termos “Creativ*” (o asterisco no final do termo indica que palavras como “Creativity” ou “Creative” ou semelhantes devem ser aceitas) e “Artificial Intelligence” foram filtrados para o título, resumo e as palavras-chaves do artigo. Além desses termos, o termo “product development” foi filtrado ao longo do artigo todo. Por fim, apenas artigos deveriam ser indicados.

No SCOPUS o comando de pesquisa para esse filtro é (TITLE-ABS-KEY (creativ*) AND “product development” AND TITLE-ABS-KEY (“artificial intelligence”)) AND (LIMIT-TO (DOCTYPE, “ar”)). Isso resultou em 49 artigos. A princípio, desejava-se no mínimo 50 artigos filtrados nessa primeira etapa. Como apenas 48 foram apresentados, foi adicionado o Web Of Science também na busca.

No WOS o comando para a busca foi (AB = (Creativ*) OR TI = (Creativ*) OR AK = (Creativ*)) AND (AB = (“Artificial Intelligence”) OR TI = (“Artificial Intelligence”) OR AK = (“Artificial Intelligence”)) AND (ALL = (“Product Development”)), então selecionou-se para ver apenas artigos dentre os resultados da pesquisa. Isso resultou em 4 artigos. A lista resultante após a remoção de réplicas foi de 51 artigos.

A etapa seguinte foi a categorização em artigos “Fortes”, “Médios” e “Fracos”. Essa categorização foi feita baseada na leitura dos Resumos de todos os 51 artigos. Caso no resumo os três termos são citados, esse artigo é considerado um artigo forte. Caso apenas dois termos sejam citados, seria um artigo médio. Por fim, se uma palavra é citada, o artigo é fraco. No final tinha-se 15 artigos fortes, 17 médios e 17 fracos.

Após os artigos fortes serem separados, esses foram lidos na íntegra. Após essa leitura, era de se esperar que alguns artigos foram eliminados por não serem relevantes à análise ou sua relevância não ser forte como o esperado. Além desse motivo, houve casos de artigos estarem escritos em uma língua de difícil tradução ou em que não foi possível encontrar uma cópia do mesmo. Ao todo, 7 artigos relevantes foram lidos e, para cada um deles, buscou-se responder a seguinte pergunta de pesquisa:

- Como a IA auxilia no processo em métodos de criatividade dentro do desenvolvimento de produto?

Um documento foi criado para compilar todas as respostas. Essas foram agrupadas para então serem sintetizadas no texto apresentado no capítulo seguinte.

Uma representação das etapas descritas acima é apresentada na Figura 1

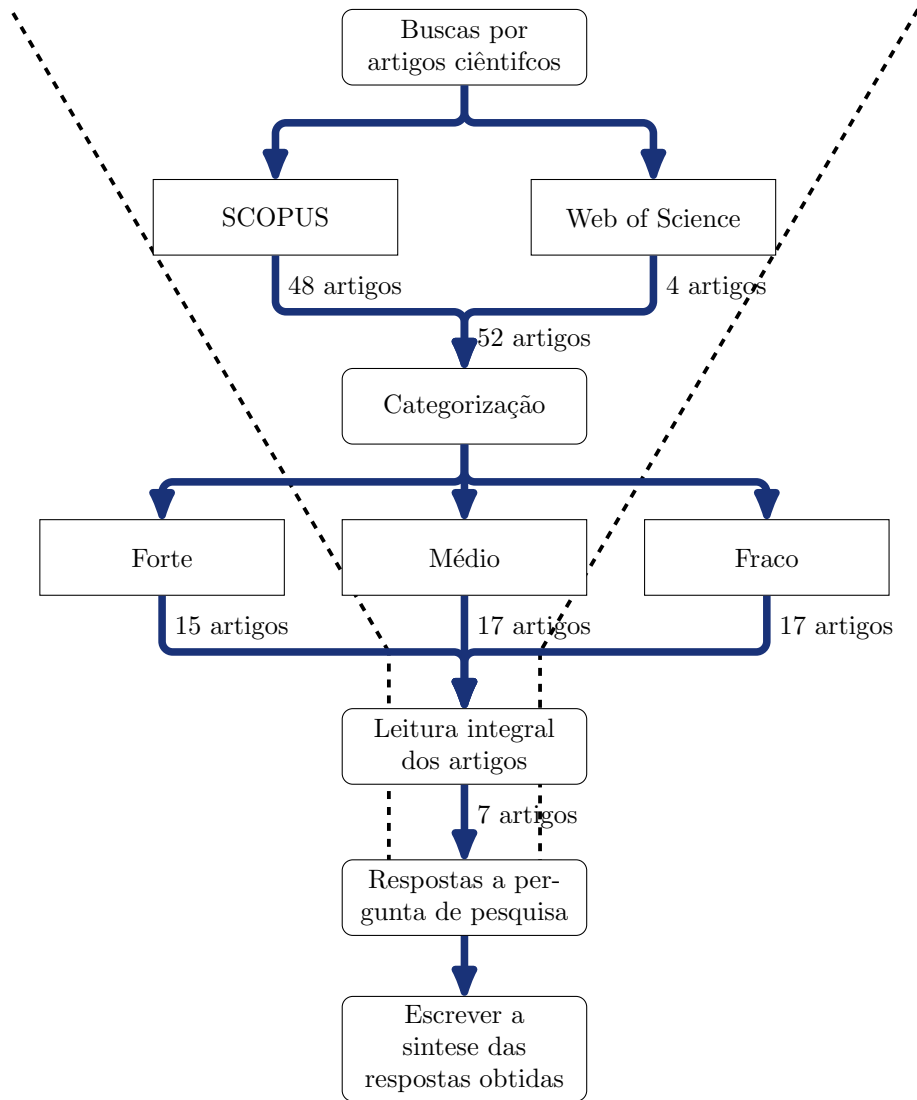


Figura 1: Representação das etapas da metodologia

4 Resultados e discussões

Como dito anteriormente, a pergunta que buscou-se responder foi "Como a inteligência artificial (IA) auxilia no processo em métodos de criatividade dentro do desenvolvimento de produto?"

Processamento de linguagem natural e processamento de imagem

Ao longo da leitura dos artigos é possível perceber que alguns dos mecanismos utilizados nas aplicações de IA para estimular a criatividade são o processamento de linguagem natural (PLN) e o processamento de imagem. Chen *et al.* (2019) e He *et al.* (2019) utilizaram ambos nas suas soluções.

Chen *et al.* (2019) propõem um método baseado em dados para estimular a criatividade durante a etapa de ideação no desenvolvimento de produtos. O método foi dividido em duas partes: a primeira, usando processamento natural de linguagem; a segunda, utilizando processamento de imagens. Os autores testaram o método contra um grupo de controle que utilizava apenas o google e brainstorming para estimular a criatividade. Neste cenário, o resultado foi que o método desenvolvido auxiliou numa maior geração de ideias e, também, ideias mais originais.

O primeiro método se baseia no conceito de rede semântica, que é uma rede associativa artificial entre entidades semânticas (objetos, conceitos, ideias específicas, produtos) ligadas por relações semânticas, de forma a ser capaz de quantificar a diversidade dos diversos atributos. De forma geral, o autor explica que as fontes de dados para o treino podem ser obtidas de várias maneiras, tais como a raspagem web. Para a etapa de pré-processamento, Chen discute que as abordagens linguísticas são melhores na captura de significados semânticos e sintáticos no processamento de linguagem natural. Neste caso, métodos supervisionados têm mostrado melhor desempenho beneficiando-se de estruturas avançadas de aprendizagem de máquinas. A partir disso, o algoritmo desenvolvido baseou-se em permitir a interação do usuário com a IA de forma com que seja possível avançar ou recuar pelas relações semânticas. Isto é, a criatividade é estimulada a partir da possibilidade de caminhar entre entidades semânticas associadas, explícitas ou implicitamente, pela IA.

No método utilizado para o processamento de imagens, o estudo investigou como produzir imagens que sintetizam características importantes a partir de dois conceitos, enquadrando-se em duas categorias distintas usando a formulação de redes adversárias generativas (GAN). Como método de aprendizado supervisionado, o autor estabeleceu dois conjuntos de dados através da coleta de imagens que representavam dois conceitos conhecidos, aplicando as Redes Adversárias Generativas Convolutivas Profundas (DCGANs).

He *et al.* (2019) elaboram métodos para estimular a criatividade usando um processamento de linguagem natural e teoria de grafos para gerar uma nuvem de palavras baseado num banco de dados criado com textos de ideias de projetos de soluções de problemas. Essa nuvem de palavras destaca as palavras mais utilizadas nesses projetos. Logo, se os designers buscam encontrar uma solução inovadora, deve-se procurar por palavras menores, ou seja, menos citadas. Uma segunda etapa dessa metodologia é usar um algoritmo para selecionar as palavras em busca de criar combinações que possam gerar uma ideia.

Esses métodos mostram como os seres humanos podem ter a sua criatividade estimulada apenas com estímulos visuais.

Inteligência artificial auxiliando tomada de decisão

Alguns algoritmos de IA facilitam a tomada de decisão de uma equipe de criação. Hsueh *et al.* (2022) desenvolveram uma ferramenta para facilitar a tomada de decisão e Verganti *et al.* (2020) analisou o uso

de IA em três grandes empresas e em uma dessas análises ele mostra como foi utilizado para definir os parâmetros de criação de novos produtos. Semelhantemente, BuHamdan *et al.* (2022) desenvolveu um algoritmo para definir a melhor estratégia para correções em obras civis.

Hsueh *et al.* (2022) fizeram um Delphi, um questionário para identificar atributos chave sem um determinado problema. Eles solicitaram os atributos mais importantes nas tomadas de decisões para 17 profissionais da área, chegando a 4 critérios importantes.

A técnica Fuzzy é usada junto com esses critérios para quantificar uma tomada de decisão. A técnica Fuzzy é uma maneira de quantificar parâmetros qualitativos e é ela quem permite pontuar os critérios e assim facilitar a tomada de decisão.

O uso desses dois métodos em conjunto, Delphi e Fuzzy, gerou o DFuzzy, objeto de estudo do artigo. O DFuzzy foi testado em 81 cenários diferentes e os 3 cenários com maiores pontuações foram 3 ideias que já tinham recebido títulos de ideias mais inovadoras dos anos de 2015 e 2017 da Malasia.

Botega e Silva (2020) utilizaram um sistema baseado em conhecimento usando IA para auxiliar o gerenciamento de conhecimento na seleção de técnicas de criatividade e inovação. Os autores identificaram que os especialistas conheciam menos da metade das técnicas apresentadas no estudo, mostrando uma diferença de conhecimento sobre as técnicas dentre os especialistas

As técnicas de estímulo a criatividade tornaram-se importantes adições para aprimorar o processo criativo. No entanto o elevado número de técnicas existentes, o conhecimento necessário para selecioná-las e utilizá-las, torna-se necessária a utilização de IA. Esse programa de IA é capaz de reter o conhecimento sobre as técnicas e também sobre como, quando e por que usar cada uma (BOTEGA; SILVA, 2020).

Verganti *et al.* (2020) realizou estudos de casos onde a IA auxiliou em diferentes fases do desenvolvimento de produto. Dentre eles o caso da Netflix que utilizou os dados dos usuários e sua atividade na plataforma para servir de entrada para seus algoritmos de IA. Estes algoritmos foram implementados através de três abordagens:

- *Supervised Learning*, utilizando dados de usuários considerados similares, para calibrar as escolhas de recomendações de conteúdo
- *Unsupervised Learning*, utilizando dados para prever qual conteúdo poderia ser criado, este conteúdo foi utilizado para ajudar a avaliar o potencial da série *House of Cards*.
- *Reinforced Learning*, utilizado para explorar opções e também para explorar soluções envolvendo a escolha das artes de cada série a ser apresentada para cada um dos usuários individualmente.

BuHamdan *et al.* (2022) elaboraram um código em Python que, utilizando uma estratégia de aprendizado reforçado para encontrar a melhor solução para um problema de design em um modelo de um prédio com aproximadamente 8500 m². O seu programa busca otimizar uma função recompensa, assim reduzindo o custo, permitindo que o programa faça interações partindo de um estado inicial até o valor convergir.

Esses artigos mostram que a IA também pode ser utilizadas para facilitar na tomada de decisão de criação de novos produtos e estratégias de soluções de problemas.

Outras análises do uso de IA no desenvolvimento de produto

Li e Lin (2021) baseou-se na comparação entre padrões tradicionais de desenvolvimento utilizados no design de produtos e compreender os novos padrões de design auxiliados pela IA, de modo a alcançar mais rapidamente o objetivo de simplificação de processos e inovação no design.

De forma geral, segundo Li e Lin (2021), as tecnologias de IA podem substituir e auxiliar os designers durante o processo de desenvolvimento. Atualmente, a IA ainda não mudou completamente a maneira com que os produtos são desenvolvidos, mas tem inovado dentro das metodologias de desenvolvimento integrado de produto. O estudo demonstra que, na etapa informacional (fase de pesquisa) do design de produto, a IA interage de forma com que não só seja capaz realizar a pesquisa de produtos similares anteriores, mas também de julgar as vantagens e desvantagens entre diferentes conceitos. No design thinking, Li e Lin (2021) esclarece que os requisitos do projeto do produto sejam constantemente atualizados e iterativos com a presença de tecnologias de IA. Neste caso, as soluções trazidas por essas tecnologias podem se tornar o ponto de partida de uma atualização do produto em uma posterior fase de validação. A avaliação e verificação dos resultados do projeto do produto após o ajuste pode tornar o feedback sobre o projeto do produto mais preciso e mais propício para o aperfeiçoamento do produto pelos designers. No processo de design tradicional, esta etapa é entediante e demorada, quando existente.

Em suma, a IA cria ideias de design mais eficazes no desenvolvimento de produtos, de acordo com Li e Lin (2021). Atualmente, a IA penetra gradualmente na criação de novos produtos, trazendo uma influência para a vida cotidiana. Portanto, é esperado que as tecnologias de IA sejam capazes de integrar todo o processo de concepção de produto.

5 Conclusões e trabalhos futuros

As tecnologias de inteligência artificial estão sendo refinadas, crescendo cada vez mais e se fazendo presente em várias etapas do desenvolvimento de produto. Neste estudo, notou-se que as técnicas que utilizaram o processamento de linguagem natural e processamento de imagem, especialmente, auxiliaram nos métodos de criatividade durante a fase de ideação com resultados surpreendentes. Ademais, técnicas de IA também foram amplamente utilizadas em situações de tomada de decisão, onde a capacidade de avaliação de cenários e de quantificação de atributos subjetivos auxiliou no processo criativo durante as fases de desenvolvimento de produtos ou estimulando estratégias diferentes para solução de problemas.

Entende-se que a inteligência artificial baseada em geração de texto-para-imagem pode ser capaz de complementar os atuais métodos de criatividade, contribuindo para o desenvolvimento de produtos inovadores. Visando trabalhos futuros, pretende-se investigar o possível uso de técnicas de processamento de imagem, especialmente as baseadas no aprendizado de conceitos visuais com supervisão da linguagem natural, nas etapas iniciais do desenvolvimento de produto.

Referências

BAXTER, M. **Product design**. [S.l.]: CRC press, 2018.

- BOTEGA, L. F. de C.; SILVA, J. C. da. An artificial intelligence approach to support knowledge management on the selection of creativity and innovation techniques. **Journal of Knowledge Management**, Emerald Publishing Limited, v. 24, n. 5, p. 1107–1130, 2020.
- BUHAMDAN, S.; ALWISY, A.; DANEL, T.; BOUFERGUENE, A.; LAFHAJ, Z. The use of reinforced learning to support multidisciplinary design in the aec industry: Assessing the utilization of markov decision process. **International Journal of Architectural Computing**, SAGE Publications Sage UK: London, England, p. 14780771211069999, 2022.
- CHEN, L.; WANG, P.; DONG, H.; SHI, F.; HAN, J.; GUO, Y.; CHILDS, P. R.; XIAO, J.; WU, C. An artificial intelligence based data-driven approach for design ideation. **Journal of Visual Communication and Image Representation**, v. 61, p. 10–22, maio 2019. ISSN 10473203. Available at: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1047320319300604>.
- EDWARDS, K. M.; PENG, A.; MILLER, S. R.; AHMED, F. If a Picture is Worth 1000 Words, Is a Word Worth 1000 Features for Design Metric Estimation? **Journal of Mechanical Design**, v. 144, n. 4, p. 041402, abr. 2022. ISSN 1050-0472, 1528-9001. Available at: <https://asmedigitalcollection.asme.org/mechanicaldesign/article/144/4/041402/1128908/If-a-Picture-is-Worth-1000-Words-Is-a-Word-Worth>.
- HAMET, P.; TREMBLAY, J. Artificial intelligence in medicine. **Metabolism**, Elsevier, v. 69, p. S36–S40, 2017.
- HE, Y.; CAMBURN, B.; LIU, H.; LUO, J.; YANG, M.; WOOD, K. Mining and Representing the Concept Space of Existing Ideas for Directed Ideation. **Journal of Mechanical Design**, v. 141, n. 12, p. 121101, dez. 2019. ISSN 1050-0472, 1528-9001. Available at: <https://asmedigitalcollection.asme.org/mechanicaldesign/article/doi/10.1115/1.4044399/956262/Mining-and-Representing-the-Concept-Space-of>.
- HSUEH, S.-L.; ZHOU, B.; CHEN, Y.-L.; YAN, M.-R. Supporting technology-enabled design education and practices by DFuzzy decision model: applications of cultural and creative product design. **International Journal of Technology and Design Education**, v. 32, n. 4, p. 2239–2256, set. 2022. ISSN 0957-7572, 1573-1804. Available at: <https://link.springer.com/10.1007/s10798-021-09681-7>.
- LI, X.; LIN, B. The Development and Design of Artificial Intelligence in Cultural and Creative Products. **Mathematical Problems in Engineering**, v. 2021, p. 1–10, abr. 2021. ISSN 1563-5147, 1024-123X. Available at: <https://www.hindawi.com/journals/mpe/2021/9942277/>.
- RUNCO, M. A.; CHAND, I. Cognition and creativity. **Educational psychology review**, Springer, v. 7, n. 3, p. 243–267, 1995.
- VERGANTI, R.; VENDRAMINELLI, L.; IANSITI, M. Innovation and design in the age of artificial intelligence. **Journal of Product Innovation Management**, Wiley Online Library, v. 37, n. 3, p. 212–227, 2020.